

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

КАФЕДРА ХІМІЇ

# ЖИТОМИРСЬКІ ХІМІЧНІ ЧИТАННЯ 2016



*МАТЕРІАЛИ П'ЯТОЇ РЕГІОНАЛЬНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ*

*18 травня 2016 року*

**м. Житомир**

**V Регіональна науково-практична конференція „Житомирські хімічні читання 2016”** (18 травня 2016 року). Тези доповідей. – Житомир: Житомирський державний університет ім.І.Франка, 2016. - 155 с.

Збірник містить тези доповідей, у яких викладені результати наукових досліджень у галузях неорганічної хімії та матеріалознавства, аналітичної хімії та хімії навколишнього середовища, хімії органічних та високомолекулярних сполук, теорії та методики навчання хімії. Дослідження виконані у навчальних закладах України та інститутах Національної академії наук України.

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Житомирського державного університету імені Івана Франка. Протокол № 9 від 22 квітня 2016 року.*

***Адреса редколегії:***

10008, м. Житомир, вул. Пушкіна, 42, природничий факультет, кафедра хімії

### ***Організаційний комітет конференції***

<i>Чумак Володимир Валентинович - голова</i>	к.х.н., доцент, завідувач кафедри хімії
<i>Авдєєва Ольга Юріївна</i>	асистент кафедри хімії
<i>Анічкіна Олена Василівна</i>	асистент кафедри хімії
<i>Гвоздієвський Євген Євгенійович</i>	асистент кафедри хімії
<i>Денисюк Роман Олександрович</i>	к.х.н., доцент кафедри хімії
<i>Камінський Олександр Миколайович</i>	асистент кафедри хімії
<i>Кичкирук Ольга Юріївна</i>	к.х.н., доцент кафедри хімії
<i>Кусяк Андрій Петрович</i>	асистент кафедри хімії
<i>Кусяк Наталія Володимирівна</i>	к.х.н., доцент кафедри хімії
<i>Листван Віталій Володимирвич</i>	к.х.н., доцент кафедри хімії
<i>Листван Володимир Миколайович</i>	к.х.н., доцент кафедри хімії
<i>Янович Ірина Володимирівна</i>	к.х.н., доцент кафедри хімії

## LUMINESCENT SPECTROSCOPY OF $\text{Sr}_3\text{LnB}^{\text{III}}\text{SnO}_8$ ( $\text{B}^{\text{III}} = \text{Sc, In}$ )

*Dr.Sc. Titov Y.<sup>1</sup>, Dr.Sc. Nedilko S.<sup>1</sup>, Chornii V.<sup>1</sup>, Cand.Sc. Scherbatskii V.<sup>1</sup>,  
Cand.Sc. Chumak V.<sup>2</sup>, Cand.Sc. Polybinskii V.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Ivan Franko State University of Zhitomir, Ukraine, [vvchumak@univ.kiev.ua](mailto:vvchumak@univ.kiev.ua)

Perovskite oxides show a set of optical properties such as ability to electroluminescence, fast polarization switching, nonlinearity etc. These properties are very important for perovskite oxides using in electro-optical, memory, sensor and other devices [1-3]. Layered perovskite-like compounds (LPC)  $\text{A}_{n+1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1}$  ( $n = 1, 2$ ) belong to such multi-functional materials and peculiarities of their crystal structure (two-dimensional perovskite-like slabs of  $n$ -layered  $\text{BO}_6$  octahedra) determine mentioned properties [3 - 5]. The greatest attention attract  $\text{A}_{n+1}\text{B}_n\text{O}_{3n+1}$  compounds which contain various type atoms in equivalent A-positions and are characterized by substantial differences of their A – and B sub-lattices size. The aim of this work is to synthesize doped with some RE ions the  $\text{Sr}_3\text{LnB}^{\text{III}}\text{SnO}_8$  ( $\text{B}^{\text{III}} = \text{Sc, In}$ ) compounds and take the correlation between composition and luminescent properties of LPC.

Two-stage ( $T = 1570 \text{ K}$ , 3 hour + 3 hour) ceramic procedure ( $\text{Sr}_2\text{SnO}_4$  and  $\text{SrLnB}^{\text{III}}\text{O}_4$  ( $\text{B}^{\text{III}} = \text{Sc, In}$ ) - the precursors) was used for synthesis of powder polycrystalline LPCs  $\text{Sr}_3\text{LnInSnO}_8$  ( $\text{Ln} = \text{La, Pr, Nd}$ ) and  $\text{Sr}_3\text{LaScSnO}_8$  [4]. The photoluminescence (PL) and PL excitation spectra were corrected on the system response. PL emission and excitation spectra were obtained using double monochromator DFS-12 equipped with photomultiplier FEU-79. Powerful Xe-lamp and two diode-pumped lasers were used as excitation sources. Investigated samples were placed in helium flow-type cryostat during measurement.

Lattices of the  $\text{Sr}_3\text{LnInSnO}_8$  ( $\text{Ln} = \text{La, Pr, Nd}$ ) and  $\text{Sr}_3\text{LaScSnO}_8$  belong to rhombic syngony with centro- symmetric space group  $\text{Pbca}$ . Crystal structure of those

LPCs built from two-dimensional perovskite-like mono-layered distorted  $(B^{III}, Sn)O_6$  ( $B^{III} = In, Sc$ ) octahedra slabs separated with mono-layer of  $(Sr, Ln)O_9$  polyhedra [4]. Neighbor slabs are shifting relatively to each other by along a diagonal of XZ-plane a half of perovskite cube. Four apexes of  $(B^{III}, Sn)O_6$  ( $B^{III} = In, Sc$ ) octahedron are joined with the other apexes of octahedrons from the same mono-layer slab (Fig. 1).

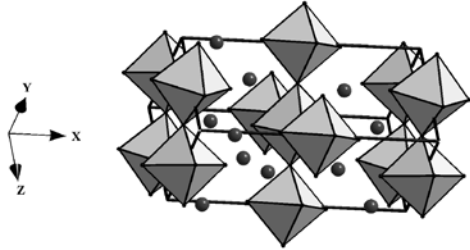


Fig. 1. Crystal structure of the  $Sr_3LaInSnO_8$  as  $(In, Sn)O_6$  polyhedra and Sr, La atoms (black circles) [4].

The Sr and RE cations are statistically distributed over 8c positions on the border of perovskite-like slab. Eight oxygen atoms of the  $(Sr, Ln)O_9$  polyhedra (four O(1) and four O(2)) lie at the same slab as  $(A^{II}, Ln)$  atoms and ninth oxygen atom is axial anion of the of  $(B^{III}, Sn)O_6$  octahedron which belongs to other nearest neighbor perovskite-like slab. The interslabs distances  $(Sr, Ln) - O(2)$  are 0.233(2) nm for  $Sr_3LaInSnO_8$  and  $Sr_3PrInSnO_8$ ; 0,235(2) nm for  $Sr_3NdInSnO_8$ ; and 0.240(1) nm for  $Sr_3LaScSnO_8$ . This distance is minimal for  $(Sr, Ln)O_9$  and it is close to common known Sr-O bond distances in oxide materials. The pointed above trend in the structural changes in structure has to follow of  $Sr_3LnInSnO_8$  stannates lattice stress rise when size of RE ions increases. As result, LPC is destroyed if  $Ln = Sm$ . The distortions of the  $(Sr, Ln)O_9$  and  $(Sc, Sn)O_6$  polyhedra are expected to be stronger than those of indium stannates.

Luminescence spectra of the investigated compounds depend on the type of both Ln and  $B^{III}$  ions (Figs. 2, 3). We have to point that low temperature (77 K) PL spectroscopic measurements revealed wide (450 – 800 nm) emission band peaked near 560 nm. This PL can be related to some defects of crystal lattice, especially oxygen vacancies. As for praseodymium containing compound,  $Sr_3PrInSnO_8$ , the measurements made at short wavelength excitation, 405 nm, show feature near 700 nm. This detail will be considered below when a luminescence of the  $Sm^{3+}$  containing LPC is discussed. Only multiple peaks in the 450 - 800 nm range of the

$\text{Sr}_3\text{PrInSnO}_8$  emission spectrum are observed at 473 nm excitation (Fig. 2, curve 3). These peaks are associated with typical  $4f$  inter-level electronic transitions in the  $\text{Pr}^{3+}$  ions. The emission peaks centered in the range 487 – 512 nm can be associated with the  $^3\text{P}_0 \rightarrow ^3\text{H}_4$  radiation transitions. Low intensity band in the range 525 – 575 nm is related with  $^3\text{P}_1$ ,  $^3\text{P}_0 \rightarrow ^3\text{H}_5$  transitions. We think the lines in the range 600 - 650 nm can be associated to  $^3\text{P}_0 \rightarrow ^3\text{H}_6$ ;  $^1\text{D}_2 \rightarrow ^3\text{H}_6$  emission. Two intensive emission peaks located at 653 and 655 nm are associated with  $^3\text{P}_0 \rightarrow ^3\text{F}_2$  electronic transitions. Low intensity bands in the range 715 – 730 and 730 – 750 nm can correspond to the  $^3\text{P}_0 \rightarrow ^3\text{F}_3 + ^3\text{F}_4$  radiative transitions.

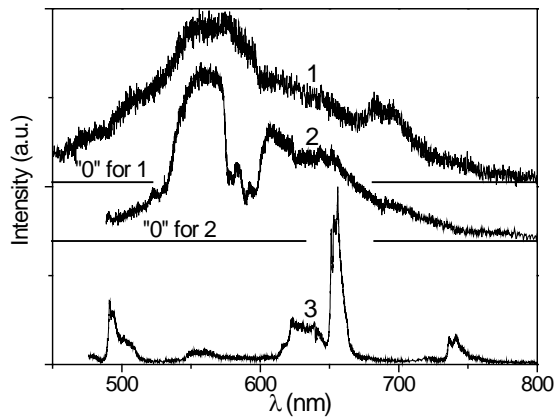


Fig. 2. PL spectra of the  $\text{Sr}_3\text{PrInSnO}_8$  (1, 3) and  $\text{Sr}_3\text{NdInSnO}_8$  (2) crystals;  $\lambda_{\text{ex}} = 405$  (1) and 473 nm (2, 3);  $T = 77$  K.

With regards of PL spectra of  $\text{Sr}_3\text{NdInSnO}_8$ , we see the wide emission band similar to the case of the  $\text{Sr}_3\text{PrInSnO}_8$  PL at short wavelength excitation. The set of dips marking the positions of the  $f$ - $f$  absorption transitions in the  $\text{Nd}^{3+}$  ions are observed too.

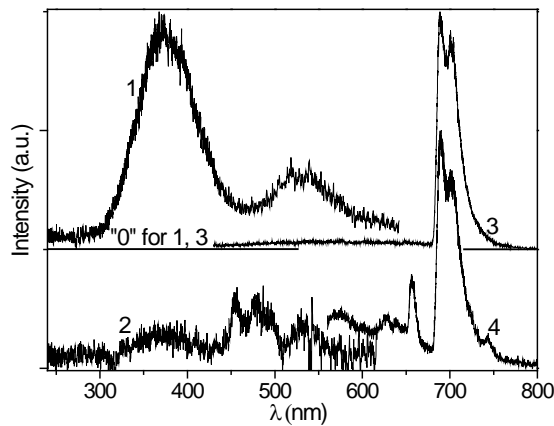


Fig. 3. PL excitation (1, 2) and emission (3, 4) spectra of the  $\text{Sr}_3\text{LaScSnO}_8$  crystals doped with  $\text{Sm}^{3+}$  ions;  $\lambda_{\text{reg}} = 686$  (1) and 656 nm (2);  $\lambda_{\text{ex}} = 405$  (3) and 473 nm (4);  $T = 4.2$  K.

The PL of the  $\text{Nd}^{3+}$  ions is located in the infra-red range of spectra that is beyond wavelength range of our study in this work.

The PL spectra of the  $\text{Sm}^{3+}$  ions doped  $\text{Sr}_3\text{LaScSnO}_8$  ( $\text{Sr}_3\text{LaScSnO}_8 : \text{Sm}^{3+}$ ) also depend on the  $\lambda_{\text{ex}}$ . If  $\lambda_{\text{ex}}$  is short, 405 nm, only intensive red emission band with peak positions near 686 and 710 nm is revealed in the spectrum (Fig. 3, curve 3). In addition, several peaks were observed in the shorter wavelength range if  $\lambda_{\text{ex}}$  is longer, 473 nm, (Fig. 3, curve 4). These observed PL peaks lie at 570, 582, 610, 627, and 663 nm. Analyzing this emission together with its excitation spectrum in the range 400 – 600 nm (Fig. 3, curve 4) we can identify the emission as caused by the electron transition in the  $\text{Sm}^{3+}$  ions from the excited state  $^4\text{G}_{5/2}$  to the ground state  $^6\text{H}_J$  ( $J = 5/2, 7/2, 9/2$ ). Red emission at 700 nm is also excited in the range 400 – 600 nm of  $\text{Sm}^{3+}$  ions  $f-f$  absorption transitions (Fig. 3, curve 1). In addition, intensive wide band is observed in the shorter wavelength range of the excitation spectra: 300-450 nm and peak position is 370 nm (3.35 eV). This band is located near the edge of the fundamental absorption of the host material. (The band gaps of some simple stannates such as  $\text{Sr}_2\text{SnO}_4$ ,  $\text{Sr}_3\text{Sn}_2\text{O}_7$ , and  $\text{SrSnO}_3$  are near 4.43 eV (280 nm), 4.13 eV (300 nm), and 3.88 eV (320 nm), respectively [3].) That is why, the band 370 nm can be attributed to creation of the  $\text{O}^{2-} - \text{Sm}^{3+}$  charge transfer state. Noted that, we took into account that intra -  $f-f$  transitions in trivalent rare earth ions have to be usually very weak because they are a parity forbidden transition and the absorption/excitation is low. But, strong  $f-f$  PL emission can be observed due to the creation of the charge transfer state following its radiative decay.

The  $\text{Sr}_3\text{LnInSnO}_8$  ( $\text{Ln} = \text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}$ ) and doped with  $\text{Sm}^{3+}$  ions  $\text{Sr}_3\text{LaScSnO}_8$  layered perovskite-like compounds (LPC) were first synthesized. Crystal structures of their lattices were identified and luminescence properties have been studied. In spite of high concentration of luminescent RE ions effectiveness of the luminescence is very high. The fact can be related with layered slab structure of these compounds, but further research is required to improve the previous explanations and to understand the PL mechanism in detail. Obtained results show that mentioned LPC are promising oxide optical materials.

1. *Galasso F. S.*, Structure, Properties and Preparation of Perovskite-Type Compounds, Pergamon, Oxford, 1969, pp. 396.
2. *Alexandrov K., Beznosikov B.*, Perovskites. Present and Future. SB RAS, Novosibirsk, 2004, pp. 231.
3. *Kamimura S., Yamada H. and Chao-Nan Xu.* “Strong reddish-orange light emission from stress-activated  $\text{Sr}_{n+1}\text{Sn}_n\text{O}_{3n+1}:\text{Sm}^{3+}$  ( $n = 1, 2, \infty$ ) with perovskite-related structures”, Appl. Phys. Lett., vol. 101, no. 3, pp. 1135 – 1140, 2012.
4. *Titov Y.A., Belyavina N.M., Markiv V.Ya., Slobodyanik M.S., Polybinskii V.V.*, “Synthesis and crystal structure of layer perovskites  $\text{Sr}_3\text{LnB}^{\text{III}}\text{SnO}_8$  ( $\text{B}^{\text{III}} = \text{Sc}, \text{In}$ )”, Rep. NAS Ukraine, no. 4, pp. 133 – 138, 2014.
5. *Nedilko S., Nediello I., Scherbatskii V., Titov Yu., Virko S., Boyko V. and Sheludko V.*, “Luminescent properties of  $\text{Eu}^{3+}$  doped layered perovskite-like polycrystalline powders of the  $\text{BaLa}_{2-x}\text{Eu}_x\text{Ti}_3\text{O}_{10}$  ( $x = 0 - 2$ ) titanate compounds”, Functional Materials, vol. 19, no. 2, pp. 197 – 201, 2012.



# APPLYING MAGNETOSENSITIVE NANOCOMPOSITES FOR REMOVING OF $\text{Hg}^{2+}$ FROM AQUEOUS SOLUTIONS

*Kusyak V.A.<sup>1</sup>, Podzubanchyk I.O.<sup>1</sup>, Gorbyk P.P.<sup>2</sup>, Kusyak A.P.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Ivan Franko Zhytomyr State University, [a\\_kusyak@ukr.net](mailto:kusyak@ukr.net)

<sup>2</sup>Chuiko Institute of Surface Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine

The accumulation in ecosystems and water objects of such pollutants as toxic organic compounds, ions of heavy metals, dyes and other harmful for all living beings substances indicates the problem of their even partial removal extremely important. The development of ecotechnology stimulated the search for and implementation in practice of new effective sorption technologies. The selection of ions of  $\text{Hg}^{2+}$  as the object to study the adsorption behavior due to the peculiarities of toxicokinetics and toxicodynamics of these cation.

That is why we have synthesized highly dispersed composites based on magnetite with coatings and the choice of tetraethoxysilane and n-butylacetoacetate as modifiers due to the possibilities of creating polymer shells, which would improve the adsorption indexes of the composite [1]. The synthesis of magnetite was carried out by gel-sol method of Elmore. For modification used as the basis of magnetite with a specific surface of 99 to 100  $\text{m}^2/\text{g}$  and a crystallite size of 30-50 nm. The adsorption-desorption properties of magneto-sensitive composites regarding ions from aqueous solutions in the dynamic mode at room temperature were investigated. Aqueous solutions  $\text{Hg}^{2+}$  of appropriate concentrations were prepared from salts  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ . Samples of composites weighing 0.03 g were filled with a solution of appropriate concentration,  $V=5\text{ml}$ . Investigation of the adsorption properties of the sorbents in aqueous environment of pH was carried out ( $C(\text{Hg}^{2+})=42\text{ mg/l}$ ) in the pH range of 2.7 to 7.7. An acetate-ammonia was used as a buffer solution. To study the kinetics of adsorption  $C(\text{Hg}^{2+})=36\text{ mg/l}$  at pH-2,7. The contact time is 15-180 minutes. The solutions with  $C(\text{Hg}^{2+})=1-40\text{ mg/l}$  were prepared to determine the adsorption capacity and construction of isotherms. Desorption was performed on samples after adsorption in aqueous solution and 0,1; 0,5; 1N solutions of  $\text{HNO}_3$ .

For all surfaces the maximum index of the extraction degree is observed at pH=2,7. Increasing pH leads to decreasing in the degree of extraction and adsorption capacity (Fig. 1, *a*). On all surfaces the maximum indexes of the degree of extraction is attained quite quickly, within 30-60 minutes (Fig. 1, *b*).

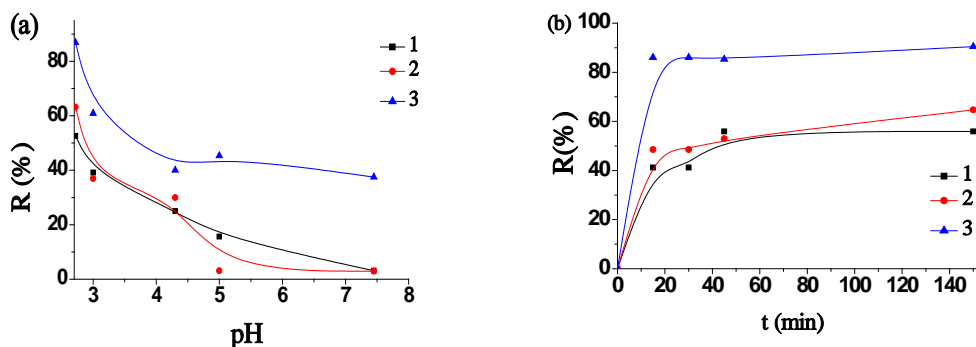


Fig. 1 Dependence on pH (*a*) and kinetics (*b*) adsorption of ions  $\text{Hg}^{2+}$  on the surfaces Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (1), Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> (2) and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/TiO<sub>2</sub> (3) .

For Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> at 298 K  $A_{\text{max}} = 3.5$  mg/g under the conditions of the experiment. After modification of magnetite TEOS, adsorption capacity of the surface slightly increases the  $A_{\text{max}} = 4.2$  mg/g. High adsorption properties of the surface of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/TiO<sub>2</sub>, for Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/TiO<sub>2</sub> at 298 K  $A_{\text{max}} = 5.8$  mg/g are observed. A characteristic feature of the isotherms describing the adsorption process, is the availability of concave initial phase and two plateaus, which are formed at higher concentrations of  $\text{Hg}^{2+}$ , as with increasing concentration there is a saturation of the monolayer and formation of multimolecular layer due to the complexation on the surface of the adsorbent, which leads to the emergence of the second plateau. Such adsorption has a certain effect on the degree of extraction of ions  $\text{Hg}^{2+}$ . At low concentrations there is an increase in the degree of extraction (the first plateau). With further increase of concentration the degree of extraction (the second plateau in the isotherm) decreases. When the concentrations of ions  $\text{Hg}^{2+} = 10$  mg/l is observed a significant increase in  $R$  index for the surface of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> is up to 70%. For Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/SiO<sub>2</sub> and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/TiO<sub>2</sub> is also characterized by an increase in  $R$  with the increase in the concentration of  $\text{Hg}^{2+}$ .

1. Shpak A.P., Gorbyk P.P. (eds.). Nanomaterials and Supramolecular Structures. Physics, Chemistry, and Applications. – Springer: 2009. – 425 p.

# КОМПЕНСАЦІЙНИЙ ЕФЕКТ В КІНЕТИЦІ ХІМІЧНОГО ТРАВЛЕННЯ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$

*Амрахова І.О.<sup>1</sup>, Денисюк Р.О.<sup>1</sup>, Томашик В.М.<sup>2</sup>, Гвоздієвський Є.Є.<sup>1</sup>,*

*Чайка М.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [denisuk@zu.edu.ua](mailto:denisuk@zu.edu.ua)

<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьован НАН України

Напівпровідникові матеріали, які є робочими елементами приладів широко використовуються в сучасній техніці. Для різних обробок поверхні CdTe та твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  перспективне використання йодвиділяючих розчинів, які володіють хорошими поліруючими властивостями і характеризуються низькими швидкостями травлення, що дозволяє контролювати процес обробки напівпровідникових матеріалів [1].

Метою дослідження є вивчення температурних залежностей на кінетику полірування поверхні напівпровідникових матеріалів на основі CdTe під час розчинення в системах на основі  $\text{HNO}_3$  – HI.

Процес хімік-динамічного (ХДП) та хіміко-механічного розчинення (ХМП) поверхні напівпровідникових матеріалів відноситься до гетерогенних активаційних процесів. Для дослідження використовували CdTe та тверді розчини  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ ,  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  загальною площею  $\approx 0,5 \text{ см}^2$ , і товщиною – 1,5-2 мм. Швидкість розчинення визначали використовуючи метод диску, що обертається, за зменшенням товщини кристалу до і після травлення годинниковим індикатором ІЧ-1 з точністю  $\pm 0,5 \text{ мкм}$ , причому розходження в вимірюваній товщині, як правило, не перевищувало 5 % [2]. Для приготування травильних композицій використовували 54 %-ву іодидну кислоту, нітратну кислоту, етиленгліколь, водні розчини тартратної, цитратної, лактатної кислоти, гліцерину всі реактиви марки «х.ч.».

Температурна залежність швидкості хімічної реакції дає можливість встановити константу швидкості реакцій. Для цього використовується рівняння Арреніуса:

$$k = C_E e^{-E_a / RT},$$

де  $k$  – константа швидкості реакції,  $C_E$  – передекспоненційний множник – частота зіткнень частинок,  $E_a$  – енергія активації процесу.

Хімічне травлення є активаційним процесом, тому повинна спостерігатись лінійна залежність між  $\ln C_E$  та  $E$ , яка описується рівнянням:

$$\ln C_E = aE + b,$$

де  $a$  і  $b$  – постійні.

З температурних залежностей швидкостей полірування графічним методом отримано значення уявних енергій активацій  $E_a$  процесу в йодвиділяючих травильних композицій та передекспоненційних множників  $C_E$  в розчинах на основі Ні та  $\text{HNO}_3$ . Побудовою графічної залежності  $\ln C_E = f(E)$  встановлено, що всі отримані значення описуються прямими лініями. Спостерігається кореляція значень  $\ln C_E$  та  $E_a$ , яка має вигляд лінійної залежності (рис. 1). Така залежність вказує на наявність *компенсаційного ефекту* [3].

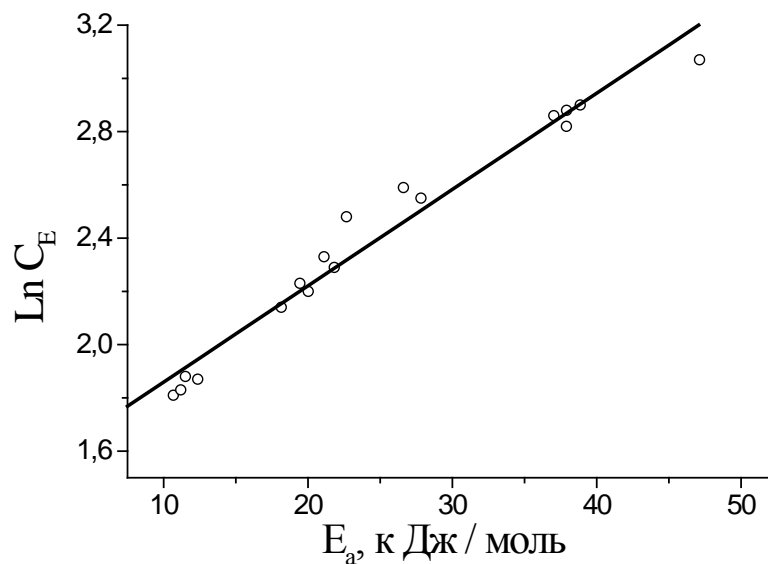


Рис. 1. Залежність передекспоненційного множника ( $C_E$ ) від уявної енергії активації ( $E_a$ ) процесу розчинення  $\text{CdTe}$ ,  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$ ,  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  в йодвиділяючих розчинах на основі  $\text{HNO}_3$  – Ні.

У випадку полірування досліджуваних напівпровідників йодвиділяючими розчинами дана залежність описується рівнянням:

$$\ln C_E = (1,497 \pm 0,046) + (0,036 \pm 0,002)E_a$$

На основі отриманих даних встановлено існування компенсаційної залежності в активації хіміко-динамічного полірування монокристалів CdTe та твердих розчинів  $Zn_xCd_{1-x}Te$  в розчинах на основі  $HNO_3 - HI$ , при чому дана залежність описується рівнянням прямої лінії. Встановлено, що на компенсаційну залежність впливає природа та склад розчинника, і відсутній вплив природи кристалу.

1. Денисюк Р.О., Томашик В.М., Томашик З.Ф., Грицив В.І. Хімічна взаємодія  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  з травильними композиціями  $H_2O_2 - HI -$  лактатна кислота // Фізика і хімія твердого тіла. – 2012. – Т. 13, № 2. – С. 410-414

2. Denysyuk R.O. Chemical treatment of  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  single crystals with  $H_2O_2$ -HI-citric acid aqueous solutions // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. – 2014. – V. 17, N.1. – P. 21-24.

3. Денисюк Р.О. Компенсаційний ефект в кінетиці хімічного травлення твердих розчинів  $Cd_{1-x}Mn_xTe$  // Фізика і хімія твердого тіла. – 2014. – Т. 15, № 2. – С. 344-347.

## ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ З ЙОДОВИДІЛЯЮЧИМИ

### ТРАВНИКАМИ СИСТЕМИ $\text{HNO}_3$ – $\text{HI}$ – органічна кислота

*Гвоздієвський Є.Є.<sup>1</sup>, Денисюк Р.О.<sup>1</sup>, Чайка М.В.<sup>1</sup>, Томашик В.М.<sup>2</sup>, Томашик З.Ф.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка [gvozdee@zu.edu.ua](mailto:gvozdee@zu.edu.ua)

<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України

При виготовленні робочих елементів приладів важливою умовою є одержання високоякісної поверхні підкладок, досконалих за атомною будовою та геометрією і однорідних за хімічною природою та чистотою, з відсутністю структурно-порушеного шару при мінімальній величині шорсткості.

Однак при широкому практичному використанні вказаних матеріалів, існують значні технологічні проблеми, пов'язані з їх нестабільністю, складністю технології вирощування, недосконалість обробки та складними умовами роботи в різних режимах. В зв'язку з цим, дослідження закономірностей розчинення вказаних матеріалів при різних хімічних обробках їх поверхні є досить актуальним [1]. Матриці із  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  використовуються для виробництва приладів фотоелектроніки для тепловачення, лазерної локації і зв'язку ІЧ – області спектру [2].

**Мета:** дослідити процес фізико-хімічної взаємодії твердого розчину  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  з розчинами системи  $\text{HNO}_3$ – $\text{HI}$ –органічна кислота.

Для проведення експериментальних досліджень використовували зразки з площею пластин  $0,5 \text{ см}^2$  та товщиною – 1,5-2 мм. Після механічного полірування пластини приклеювали піцеїном неробочою стороною на кварцові підкладки. Перед дослідженням з їх поверхні видаляли порушений при різці, шліфуванні і хіміко-механічній обробці шар товщиною 100-150 мкм в травнику того ж складу, в якому проводили подальше розчинення. Одночасно розчиняли 3-4 зразки. Протравлені пластини промивали спочатку в 0,4 М розчині  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  для повного розчинення йоду з поверхні, потім в дистильованій воді і висушували на повітрі.

Для забезпечення стабільних температурних режимів процес травлення пластин проводили в термостатованій комірці, в якій витримували розчин протягом 60-90 хв. (точність стабілізації температури складала  $\pm 0,5$  K).

Швидкість розчинення визначали за зменшенням товщини кристалу до і після травлення годинниковим індикатором ІЧ-1 з точністю  $\pm 0,5$  мкм, причому розходження в вимірюваній товщині, як правило, не перевищувало 5%. Час травлення вибирали таким чином, щоб за одну обробку знімалось не менше 20-50 мкм матеріалу. Вивчення взаємодії напівпровідникових матеріалів з розчинами системи  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  – органічна кислота проводили за  $T = 297$  K та  $\gamma = 82$  хв<sup>-1</sup> в концентраційних інтервалах.

*Таблиця 1*

***Зведені дані щодо складу поліруючих травників та швидкості розчинення твердого розчину  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$***

Склад травника (об. %) $\text{HNO}_3$ : $\text{HI}$ : органічна кислота	Швидкість розчинення, мкм/хв	Швидкість полірування, мкм/хв
(2-10) $\text{HNO}_3$ : (38-98) $\text{HI}$ : (0-60) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	7-17	9-17
(5-25) $\text{HNO}_3$ : (45-95) $\text{HI}$ : (0-45) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	2-11	3,5-11
(5-25) $\text{HNO}_3$ : (35-95) $\text{HI}$ : (0-55) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$	2-12	2,5-12

Як видно з експериментальних даних (табл. 1), швидкості полірування  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  перебувають в межах 2-18 мкм/хв. Встановлено, що максимальними швидкостями травлення володіють розчини, збагачені йодидною кислотою, так як при цьому виділяється вільний йод, що вступає в процес окиснення поверхні. Підвищення вмісту  $\text{HNO}_3$  в системі  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  швидкість полірування дещо знижується, що скоріше всього пов'язано з утворенням комплексної сполуки аніонного типу, яка зв'язує утворений вільний йод.

При максимальній концентрації органічного компоненту в складі травильних розчинів  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  – органічна кислота швидкості розчинення

$\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  сповільнюються, а на поверхні утворюється сірий наліт.

Встановлено, що найкращими поліруючими властивостями володіють травильні композиції що містять лактатну кислоту, при чому ці властивості зберігаються при досить низьких швидкостях та високій концентрації органічної кислоти. Найгіршими серед досліджуваних систем є система з тартратною кислотою, а швидкості полірування найбільші.

В процесі дослідження, вивчено кінетику розчинення твердого розчину  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  у водних сумішах  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  – органічна кислота. Визначено концентраційні межі травників, які можуть бути використані для хіміко-динамічного полірування поверхні вказаного напівпровідникового матеріалу, оптимізовано їх склади та встановлено технологічні режими проведення процесу ХДП. Встановлено, що найкращими поліруючими властивостями для  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  володіють розчини з лактатною кислотою, після обробки в яких поверхню потрібно промивати розчином  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  та великою кількістю дистильованої води.

1. Томашик З.Ф., Гуменюк О.Р., Томашик В.Н. Химическое растворение нелегированного и легированного  $\text{CdTe}$  в иодвыделяющих растворах на основе системы  $\text{H}_2\text{O}_2$  –  $\text{HI}$  / З.Ф. Томашик, О.Р. Гуменюк, В.Н. Томашик, П.И. Фейчук // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2003. – Т. 5, № 3. – С. 248-252.
2. Гвоздієвський Є.Є., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Томашик З.Ф., Гриців В.І. Хімічне полірування  $\text{CdTe}$  та твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  і  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$  водними розчинами  $\text{HNO}_3$ – $\text{HI}$ –тартратна кислота // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці. – 2013.



# ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МАКСИМАЛЬНОГО ВИЛУЧЕННЯ ЙОНІВ $Pb^{2+}$ , $Cd^{2+}$ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ВІД pH СЕРЕДОВИЩА МАГНІТОЧУТЛИВИМИ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВІ МАГНЕТИТУ

*Камінський О.М.<sup>1</sup>, Кусяк Н.В.<sup>1</sup>, Петрановська А.Л.<sup>2</sup>,*

*Туранська С.П.<sup>2</sup>, Горбик П.П.<sup>2</sup>*

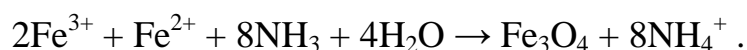
<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [alexkamin@ukr.net](mailto:alexkamin@ukr.net)

<sup>2</sup>Інститут хімії поверхні НАН України ім. О.О. Чуйка

Явище адсорбції складає основу багатьох способів розділення речовин, заснованих на вибіркового концентруванню компонентів газової або рідкої фази на поверхні твердотілого адсорбенту [1]. Серед великої кількості адсорбентів актуальності набувають ті матеріали, які одночасно поєднують в собі декілька цікавих властивостей. Серед таких речовин достойне місце посідає магнетит та композити на його основі, які мають добре розвинуту поверхню, що сприяє проходженню адсорбції різних речовин, в тому числі, важких металів, а з іншого боку – магнетит та композити на його основі володіють високою біосумісністю та значними магнітними характеристиками [2].

Метою даної роботи є: синтез магніточутливих нанокompозитів на основі магнетиту, встановлення залежності максимального вилучення катіонів  $Pb^{2+}$  та  $Cd^{2+}$  з водних розчинів від pH – середовища синтезованими нанокompозитами  $Fe_3O_4/\gamma$  – АПС,  $Fe_3O_4$ /ДМСК та  $Fe_3O_4$ /ГА

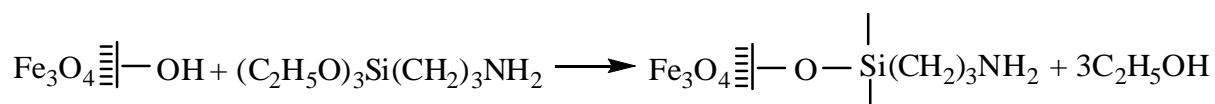
Синтез магнетиту [1] здійснювали співосадженням солей Феруму згідно стехіометрії реакції:



Одержаний золь осаджували в магнітному полі, промивали дистильованою водою. Питома поверхня синтезованого магнетиту складала  $S = 90 - 180 \text{ м}^2/\text{г}$ , а середній розмір частинок  $3 - 24 \text{ нм}$ , які мають еліпсоїдну форму.

Модифікування поверхні наночастинок магнетиту  $\gamma$  - амінопропілтриетоксисиланом ( $\gamma$  – АПТЕС) здійснено рідиннофазним методом у толуолі за методикою [2].

В результаті модифікування поверхня магнетиту набуває основних властивостей за рахунок щеплення  $\gamma$ -амінопропільних груп. Відбувається реакція поліконденсації:



На поверхні магнетиту формується полімерне покриття Si-O-Si з високим ступенем полімеризації, яке, у свою чергу, може надалі бути використане для надання магнітним носіям певних хімічних або біохімічних властивостей, а також виготовлення магнітокерованих адсорбентів.

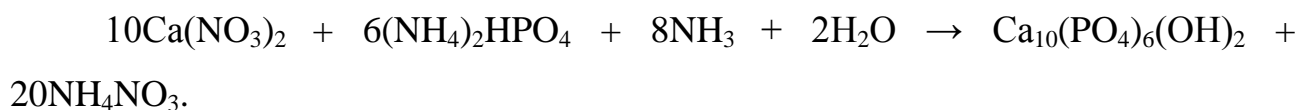
Модифікування поверхні наночастинок магнетиту *мезо*-2,3-димеркаптосукциновою кислотою (ДМСК) проводили шляхом суспендування наважки (50 мг) частинок магнетиту у толуолі (20 мл) з такою ж кількістю ДМСК, розчиненою у 20 мл диметилсульфоксиді (ДМСО). Реакцію проводили за кімнатної температури протягом 24 годин. Отриману реакційну суміш відцентрифугували, осад промивали етанолом та дистильованою водою.

ДМСК приєднується до магнетиту шляхом утворення зв'язку карбоксильної групи з гідроксильною групою поверхні за реакцією:



ДМСК формує стабільне покриття, подальша стабілізація лігандної оболонки досягається при утворенні міжмолекулярних дисульфідних зв'язків між ланцюгами лігандів при умовах омивання. Міжмолекулярні дисульфідні зв'язки поверхнево зв'язаної ДМСК підвищують стабільність покриття.

Покриття гідроксоапатиту на поверхні високодисперсного магнетиту одержували золь-гель методом згідно стехіометрії реакції:



Для проведення реакції окремо готували два водних розчини: 0,1 М  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  та 0,1 М  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Обидва розчини доводили до pH=11 15-%  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Наважку  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  поміщали у розчин  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , до якого поступово додавали при інтенсивному перемішуванні розчин  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . В результаті реакції утворюється об'ємний осад. Після додавання всього об'єму  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , реакційну суміш перемішували ще протягом 1 години при нагріванні до 100 °C та залишили на 24 години. Утворений наноккомпозит  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ГА}$  промивали дистильованою водою до нейтрального pH та відділяли за допомогою постійного магніту.

Для синтезу  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  необхідну кількість компонентів розраховували таким чином, щоб молярне співвідношення Ca:P було в межах 1,67:1,75 при надлишку аміаку (pH=11).

Для підтвердження утворення на поверхні відповідних зв'язків синтезовані нами композити  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma$  – АПС,  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ДМСК}$  та  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ГА}$  були досліджені методами ІЧ - Фур'є спектроскопії та рентгенівської фотоелектронної спектроскопії. Для побудови залежності ступеня вилучення катіонів відповідних металів від pH середовища поверхнями синтезованих наноккомпозитів ми готували розчини відповідних іонів з концентрацією 50 мг/л кожен із ампул ГСЗ та доводили до мітки в мірній колбі на 50 мл відповідним стандартним розчином для pH-метрії.

Для досліджень були використані стандартні розчини для pH-метрії з діапазоном pH від 1 до 12 об'ємом 1 л кожного розчину. Наважки сорбентів (0,03 г) заливали приготавленим розчином катіону металу з попередньо визначеним значенням pH (іономір І – 160 М) об'ємом 5 мл і струшували протягом трьох годин на шейкері. Кількість адсорбованої речовини на поверхні наноккомпозитів визначали вимірюванням концентрації відповідних іонів важких металів контактних розчинів до та після адсорбції методом атомно – адсорбційної спектроскопії при довжинах хвиль 283,3 нм для  $\text{Pb}^{2+}$  та 228,8 нм для  $\text{Cd}^{2+}$  відповідно.

Ємність сорбенту  $A$  (мг/г) розраховували за формулою:  $A = (C_0 - C_p) \cdot V/m$

Ступінь вилучення  $R$ , % визначали за формулою:  $R, \% = [(C_0 - C_{\text{рівн.}}) / C_0] \cdot 100$ .

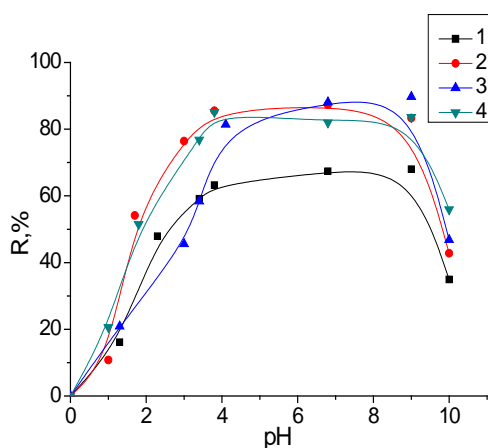


Рис.1. Графік залежності ступеня вилучення катіонів  $\text{Pb}^{2+}$  поверхнею  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (1),  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ГА}$  (2),  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-АПС}$  (3),  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ДМСК}$  (4) від рН середовища

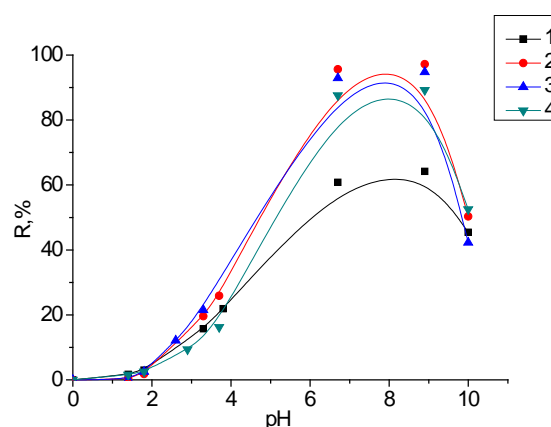


Рис.2. Графік залежності ступеня вилучення катіонів  $\text{Cd}^{2+}$  поверхнею  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (1),  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ГА}$  (2),  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-АПС}$  (3),  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ДМСК}$  (4) від рН середовища

Основна частина йонів адсорбується за перші 60 – 90 хв, що добре узгоджується із кінетичними даними. Як видно з Рис.1., ступінь вилучення ( $R$ , %) катіону  $\text{Pb}^{2+}$  поверхнею магнетиту  $R = 68,0$  %, а  $A = 6,5$  мг/г при  $\text{pH} = 6,7$ . Найкраще вилучення катіонів  $\text{Pb}^{2+}$  із розчинів відбувається при  $\text{pH} 6,7 - 8,9$  нанокмполитом  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-АПС}$ , де  $R = 89,7$  %,  $A = 8,6$  мг/г ( таблиця 1.)

Як видно з рис.2., ступінь вилучення ( $R$ , %) катіону  $\text{Cd}^{2+}$  поверхнею магнетиту  $R = 62,2$  %, а  $A = 5,05$  мг/г при  $\text{pH} = 8,1$ . Найкраще вилучення катіонів  $\text{Cd}^{2+}$  із розчинів відбувається при  $\text{pH} 7,8 - 8,1$  нанокмполитом  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ГА}$ , де  $R = 94,6$  %,  $A = 7,6$  мг/г ( табл. 1)

Таблиця 1

Зведені дані щодо залежності ступеня вилучення катіонів  $Pb^{2+}$  та  $Cd^{2+}$  з водних розчинів від рН середовища магніточутливими композитами

Катіон  Композит	$Pb^{2+}$			$Cd^{2+}$		
	рН	R, %	A, мг/г	рН	R, %	A, мг/г
$Fe_3O_4$	6,7	68,0	6,5	8,1	62,2	5,05
$Fe_3O_4/ГА$	6,7	85,5	8,2	7,9	94,6	7,6
$Fe_3O_4/\gamma$ -АПС	6,7	89,7	8,6	7,9	92,2	7,5
$Fe_3O_4/ДМСК$	6,7	85,1	8,1	7,9	86,8	7,0

Наведені результати свідчать про перспективність використання нанорозмірного магнетиту та композитів на його основі для створення магніточутливих адсорбентів катіонів  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  з водних розчинів, зокрема, при вирішенні проблем захисту довкілля.

1. О.М.Камінський, Н.В. Кусяк, А.Л.Петрановська, М.В. Абрамов, С.П. Туранська, П.П.Горбик, В.Ф. Чехун. Адсорбція комплексів цис-дихлордіамінплатини наноструктурами на основі магнетиту //Металофізика новейших технологій. ИМФ им. Г.В. Курдюмова НАН Украины. – К. –2013. – Т. 35 №3. – с.389 – 406.
2. Петрановська А.Л., Федоренко О.М., Сторожук Л.П., Горбик П.П., Чуйко О.О., Дзюбенко Л.С., Оранська О.І. Модифікування наночастинок магнетиту  $\gamma$ -амінопропілтриетоксисиланом рідинно-фазовим методом // Доповіді НАН України. – 2006. - №1. – С. 157-162.
3. H. Aposhian, M. Aposhian. Meso-2,3-Dimercaptosuccinic acid: Chemical, Pharmacological and Toxicological Properties of an Orally Effective Metal Chelating Agent // Annu. Rev. Pharmacol. Toxiol. – 1990. – V. 30. – P. 279 - 306.

# СЕЛЕКТИВНЕ ВИЛУЧЕННЯ КАТІОНІВ $\text{Ag}^+$ , $\text{Au}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕЮ КОМПОЗИТУ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ .

*Киричук М. Ю.<sup>1</sup>, Кусяк А. П.<sup>1</sup>, Кусяк Н.В., Горбик П.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет ім. Івана Франка, [a\\_kusyak@ukr.net](mailto:a_kusyak@ukr.net)

<sup>2</sup>Інститут хімії поверхні НАН України імені О.О.Чуйка

Як відомо, явище адсорбції складає основу багатьох способів розділення речовин, заснованих на вибіркового концентруванню компонентів газової або рідкої фази на поверхні твердотілого адсорбенту. Використання сорбентів з магнітними властивостями значно полегшує завдання сепарації та збору речовин [1]. Метою роботи стало дослідження селективного вилучення іонів  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  з водних розчинів поверхнею композиту  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ .

З метою підтримки оптимального рН середовища використовували ацетатно-аміачні буферні розчини. Адсорбційну ємність ( $A$ , мг/г), коефіцієнт розподілу ( $E$ , мл/г) та ступінь вилучення ( $R$ , %) визначали із застосуванням атомно-абсорбційного методу [2]. При дослідженні селективного вилучення катіона  $\text{Ag}^+$  у парі із  $\text{Cu}^{2+}$  при різних концентраціях останнього було встановлено, що при рН=6 на достатньому рівні здійснюється адсорбція  $\text{Ag}^+$  з водних розчинів поверхнею композита  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$  (Табл.1).

Таблиця 1

Адсорбція  $\text{Ag}^+$  при сумісному знаходженні  $\text{Cu}^{2+}$  поверхнею  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$

$\text{Co}(\text{Ag}^+)$ , мг/л	$\text{C}(\text{Ag}^+)$ , мг/л	$\text{C}(\text{Cu}^{2+})$ , мг/л	$A$ , мг/г	$E$ , мл/г	$R$ , %	pH
5,557	0,080	0,000	4,564	57052,1	98,56	6
5,510	0,038	0,100	4,560	120000,0	99,31	6
5,736	0,041	0,500	4,746	115752,0	99,29	6
5,430	0,033	2,000	4,498	136287,9	99,39	6
5,913	0,038	5,000	4,896	128837,7	99,36	6

При дослідженні селективного вилучення катіона  $\text{Cu}^{2+}$  у парі із  $\text{Ag}^+$  та  $\text{Au}^{3+}$  за різних концентрацій їх у розчині, виявлено, що краще здійснюється адсорбція у водних розчинах поверхнею композита  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$  у лужному середовищі (рН = 8-8,5) (Табл.2).

Таблиця 2

Адсорбція  $\text{Cu}^{2+}$  при сумісному знаходженні  $\text{Ag}^+$  та  $\text{Au}^{3+}$  поверхнею  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$

$\text{Co}(\text{Cu}^{2+})$ , мг/л	$\text{C}(\text{Cu}^{2+})$ , мг/л	$\text{C}(\text{Ag}^+)$ , мг/л	$\text{A}$ , мг/г	$\text{E}$ , мл/г	$\text{R}$ , %	$\text{pH}$
5,405	0,1	0,000	4,421	44208,3	98,15	8
5,043	0,35	0,100	3,910	11139,6	93,04	8
5,278	0,44	0,500	4,027	9028,4	91,55	8
5,121	0,41	1,000	3,926	9575,2	91,99	8
5,290	0,53	5,000	3,963	7421,9	89,91	8
$\text{Co}(\text{Cu}^{2+})$ , мг/л	$\text{C}(\text{Cu}^{2+})$ , мг/л	$\text{C}(\text{Au}^{3+})$ , мг/л	$\text{A}$ , мг/г	$\text{E}$ , мл/г	$\text{R}$ , %	$\text{pH}$
5,040	0,515	0,000	3,771	7322,0	89,78	8,5
4,984	0,65	0,100	3,611	5546,6	86,94	8,5
4,871	0,6	0,500	3,557	5898,3	87,62	8,5
5,363	0,84	1,000	3,768	4474,5	84,30	8,5
5,374	0,83	2,500	3,788	4568,8	84,57	8,5

При дослідженні селективного вилучення катіонів  $\text{Au}^{3+}$  у парі із  $\text{Cu}^{2+}$  при різних концентрації останнього при  $\text{pH} = 8,5$  було виявлено, що катіони  $\text{Cu}^{2+}$  не заважають адсорбції  $\text{Au}^{3+}$  поверхнею композитів  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$  (Табл.3).

Таблиця 3

Адсорбція  $\text{Au}^{3+}$  при сумісному знаходженні  $\text{Cu}^{2+}$  поверхнею  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$

$\text{Co}(\text{Au}^{3+})$ , мг/л	$\text{C}(\text{Au}^{3+})$ , мг/л	$\text{C}(\text{Cu}^{2+})$ , мг/л	$\text{A}$ , мг/г	$\text{E}$ , мл/г	$\text{R}$ , %	$\text{pH}$
5,046	0,93	0,000	3,423	3649,6	81,41	8,5
5,788	0,94	0,100	4,039	4292,4	83,74	8,5
5,758	0,74	0,500	4,178	5607,4	87,06	8,5
6,140	0,7	1,000	4,533	6465,8	88,58	8,5
6,075	0,73	2,500	4,452	6073,2	87,93	8,5

1. Шпак А.П., Чехун В.Ф., Горбик П.П. Наноматериали и нанокompозиты в медицине, биологии, экологии. – Киев: Наук. думка, 2011. – 444 с.

2. Кусяк А.П., Петрановська А.Л., Пилипчук Є.В., Горбик П.П. Адсорбція іонів  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  нанокompозитами  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$  // Тези Всеукраїнської конференції з міжнародною участю «Хімія, фізика та технологія поверхні» спільно з семінаром «Наноструктуровані біосумісні/біоактивні матеріали» – Київ, 2015. – 259 с.

## ВЗАЄМОДІЯ $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ З РОЗЧИНАМИ СИСТЕМИ $\text{HNO}_3$ – $\text{KI}$ -ДМФА

*Мельничук О.Г.<sup>1</sup>, Денисюк Р.О.<sup>1</sup>, Денисюк Т.М.<sup>1</sup>, Томашик В.М.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [denisuk@zu.edu.ua](mailto:denisuk@zu.edu.ua)

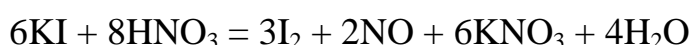
<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

Розвиток електроніки та ІЧ-техніки вимагає як розширення кола напівпровідників, так і більш детального дослідження вже відомих матеріалів. Широкозонні напівпровідникові кристали твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  є перспективним матеріалом для виготовлення детекторів  $x$ - і  $\gamma$ -випромінювання [1]. Хімічне травлення напівпровідникових сполук широко використовується для очистки поверхні від забруднень та оксидів, а формуванню якісної поверхні монокристалічних підкладок таких напівпровідникових матеріалів надається особливе значення [2].

Метою дослідження є розробка травильних композицій з низькими швидкостями розчинення на основі калій йодиду для формування якісної полірованої поверхні напівпровідникових матеріалів складу  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ .

Для дослідження використовували монокристалічні зразки напівпровідників  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$  та  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  загальною площею  $\approx 0,5 \text{ см}^2$ , і товщиною – 1,5-2 мм. Швидкість розчинення визначали використовуючи метод диску, що обертається [2], за зменшенням товщини кристалу до і після травлення годинниковим індикатором ІЧ-1 з точністю  $\pm 0,5 \text{ мкм}$ , причому розходження в вимірюваній товщині, як правило, не перевищувало 5 %.

Травильні розчини готували використовуючи калій йодид ( $\text{KI}$ ), який розчиняли в диметилформаміді (ДМФА) майже до насичення при  $20^\circ\text{C}$  (21 мас.%). До отриманого розчину додавали невеликими порціями нітратну кислоту ( $\text{HNO}_3$ ) для виділення йоду.



Йод що виділяється в результаті реакції розчиняється в ДМФА та окиснює поверхню напівпровідника. Додавання нітратної кислоти більше 15 об.% призводить до випадання осаду солі та утворення драглистого розчину.



Свіжоприготовлені розчини витримували приблизно 2 години для встановлення хімічної рівноваги в системі. Після розчинення монокристалів поверхню промивали 0,4 н розчином натрій тіосульфату ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) та великою кількістю дистильованої води.

Встановлено, що збільшення концентрації нітратної кислоти в травильній композиції призводить до підвищення швидкості розчинення  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  від 0,6 до 2,5 мкм/хв. Розчини з 3-6 об. %  $\text{HNO}_3$  розчиняють напівпровідник, але поверхня вкрита сірим нальотом. Більш концентровані розчини володіють поліруючими властивостями з швидкостями травлення 1,6-2,5 мкм/хв.

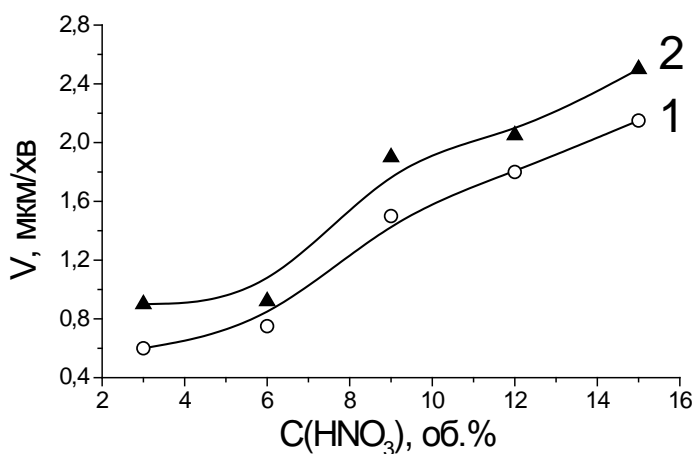


Рис. 1. Залежність швидкості розчинення  $\text{Zn}_{0,04}\text{Cd}_{0,96}\text{Te}$  (1) та  $\text{Zn}_{0,1}\text{Cd}_{0,9}\text{Te}$  (2) від концентрації  $\text{HNO}_3$  в травильних композиціях  $\text{HNO}_3 - \text{KI} - \text{ДМФА}$ .

Встановлено, що збільшення вмісту Zn у твердому розчині  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  призводить до зростання швидкості обробки поверхні монокристалу, що може бути пов'язано з більшою активністю атомів цинку у порівнянні з кадмієм.

Розчини системи  $\text{HNO}_3 - \text{KI} - \text{ДМФА}$  можуть бути використані для травлення  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  з формуванням якісної полірованої поверхні та низькими швидкостями. Поверхню монокристалів необхідно після травлення обробляти розчином натрій тіосульфату та великою кількістю дистильованої води.

1. Galkina O.S., Grebenyuk N.N., Dobrotvorskaya M.V., Komar V.K., Nalivayko D.P., Chugai O.N. New compositions for chemical polishing of  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$  crystals // Functional Materials. – 2002. – V. 9, № 3. – P.463-466.

2. Перевоицков В.А. Процессы химико-динамического полирования поверхности полупроводников // Высокочистые вещества.– 1995.–№ 2.– С.5-29.

# ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ РОЗЧИНЕННІ НАПІВПРОВІДНИКІВ НА ОСНОВІ CdTe В HNO<sub>3</sub>-НІ –ОРГАНІЧНИЙ РОЗЧИННИК

*Орашкевич Т.О.<sup>1</sup>, Денисюк Р.О.<sup>1</sup>, Томашик В.М.<sup>2</sup>, Гвоздієвський Є.Є.<sup>1</sup>,  
Чайка М.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [denisuk@zu.edu.ua](mailto:denisuk@zu.edu.ua)

<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьован НАН України

Кадмій телурид та тверді розчини  $Zn_xCd_{1-x}Te$  і  $Cd_xHg_{1-x}Te$  – матеріали групи  $A^{II}B^{VI}$ , які широко використовуються в напівпровідниковій електроніці. Однак, незважаючи на широке практичне використання вказаних матеріалів та виготовлення на їх основі приладів, існують технологічні проблеми при виборі оптимальних складів поліруючих травильних композицій, саме тому виникає необхідність проведення комплексних досліджень процесів, які проходять на границі розділу вказаних напівпровідників з різними активними середовищами з метою створення нових травильних композицій та режимів обробки поверхні напівпровідникових матеріалів типу  $A^{II}B^{VI}$  [1].

*Метою дослідження є вивчення електрохімічних процесів, що відбуваються на поверхні напівпровідникових матеріалів на основі CdTe під час розчинення в системі HNO<sub>3</sub> – НІ – лактатна кислота.*

Для дослідження використовували CdTe та тверді розчини  $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$ ,  $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$  і  $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ , з яких готували точкові електроди. Електродні потенціали вимірювали та записували на персональний комп'ютер з інтервалом 2 секунди за допомогою іонометру И-160М при температурі  $293 \pm 0,5$  К в статичному режимі. Електродом порівняння слугував насичений хлор-срібний електрод при 20°C з потенціалом 0,2445 В [2].

Встановлено, що електродні потенціали процесу саморозчинення знаходяться в межах 250-380 мВ (рис. 1). Визначено, що чим більша концентрація нітратної кислоти в системі, тим вищі значення електродних потенціалів саморозчинення CdTe та твердих розчинів на його основі. В той же

час розведення системи  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  лактатною кислотою має непомітний вплив на значення електрорушійної сили (ЕРС) системи, що свідчить про відсутність взаємодії органічного компонента з поверхнею напівпровідника.

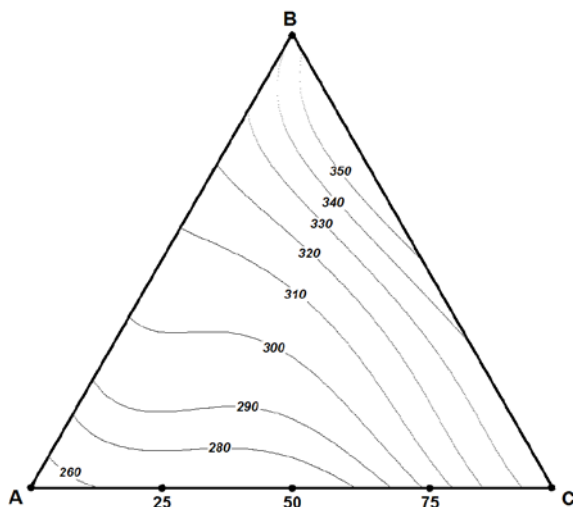


Рис. 2. Поверхня однакових потенціалів саморозчинення (мВ)  $\text{CdTe}$  ( $T=293\text{K}$ ) при об'ємному співвідношенні ( $\text{HNO}_3 : \text{HI} : \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ) у вершинах А, В, С відповідно: А – 5 : 95 : 0; В – 25 : 75 : 0; С – 5 : 35 : 60

Збільшення вмісту  $\text{Zn}$  у твердому розчині зумовлює зростання потенціалу саморозчинення. При заміщенні атомів кадмію на атоми цинку має збільшуватись значення електродних потенціалів, оскільки цинк є більш активним ніж кадмій, і чим більше цинку, тим більшим повинна бути електрорушійна сила даної системи, що ми і спостерігаємо. В той же час заміна кадмію на  $\text{Hg}$  знижує значення ЕРС процесу саморозчинення.

Отримані результати дозволяють прогнозувати процеси, що відбуваються на межі поділу фаз напівпровідників на основі  $\text{CdTe}$  з рідким активним середовищем та визначати властивості травильних систем по відношенню до їх поверхні.

1. Гвоздієвський Є.Є., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Томашик З.Ф., Гриців В.І. Хімічне полірування  $\text{CdTe}$  та твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  і  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$  водними розчинами  $\text{HNO}_3$ – $\text{HI}$ –тартратна кислота // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2013. – С. 136-140

2. Зинюк О.В., Денисюк Р.О. Взаємодія  $\text{CdTe}$ ,  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ ,  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  з розчинами системи  $\text{I}_2$  –  $\text{HI}$  // Магістратура в умовах євроінтеграційних процесів вищої школи: збірник наукових праць. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. – 2013. – С. 377-381.

## **ВИЛУЧЕННЯ КАТІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕЮ ОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ**

*Остропілець Б.І., Завязун А.М., Кусяк Н.В., Камінський О.М.*

*Житомирський державний університет імені Івана Франка,*

*[azavyazun1704@yandex.ru](mailto:azavyazun1704@yandex.ru)*

У сучасних технологіях оксидні матеріали займають одне з провідних місць. Індивідуальні та складні оксиди широко використовуються у промисловості, медицині, нанoeлектроніці тощо [1,2]. Одним із важливих напрямків їх застосування є одержання ефективних сорбційних матеріалів на їх основі, оскільки вони залишаються хімічно стабільними у широкому діапазоні значень рН та в агресивних середовищах, а також достатньо доступними, недорогими і підлягають модифікуванню. Оксиди багатовалентних металів, маючи властивості амфолітів і здатні до поглинання як катіонів так і аніонів, можуть відігравати роль головної іонообмінної складової у складних композиційних матеріалах, що використовуються в сорбційних технологіях.

Катіони важких металів, потрапляючи у водне середовище, вступають у взаємодію з іншими компонентами середовища, утворюючи гідратовані іони, оксогідрати, іонні пари, комплексні неорганічні і органічні сполуки. Багато важких металів утворюють так звані синергетичні суміші, які чинять токсичну дію, що значно перевищує суму дій окремих компонентів. Поведінка важких металів у реальних середовищах складна і малодосліджена. Саме тому залишаються актуальними дослідження поведінки іонів металів у водних розчинах та на межі фаз розчин-тверда речовина. А оскільки природні оксиди входять до складу багатьох мінералів, інтерес представляє детальний аналіз адсорбційної активності кожного оксиду щодо катіонів і, що особливо, дослідження десорбційних процесів, оскільки для сорбенту є важливим крім адсорбції його іону, його утримання. З іншого боку безцінною якістю сорбента, що використовується, є можливість його багаторазового використання.

Метою нашого дослідження стало дослідження адсорбційних властивостей оксидів  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  та  $\text{Fe}_x\text{O}_y$  щодо іонів  $\text{Pb}^{2+}$  та  $\text{Cu}^{2+}$  в умовах водних розчинів. У даній роботі використовували порошкоподібні оксиди  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  марки «хч» та водні розчини солей  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

Дослідження впливу рН здійснювали у статичному режимі за кімнатної температури. Наважки сорбентів оксидів (0,1 г) заливали розчинами іонів ( $\text{C}(\text{Pb}^{2+}) = 24$  мг/л,  $\text{C}(\text{Cu}^{2+}) = 23$  мг/л), V-5мл в діапазоні рН = 3,5-6,6 для іонів  $\text{Pb}^{2+}$  та 1,68-10,1 для іонів  $\text{Cu}^{2+}$ . В якості буферного розчину використовували стандартні буферні розчини. Для дослідження кінетики адсорбції наважку сорбенту (0,1 г) заливали розчинами V-5 мл ( $\text{C}(\text{Pb}^{2+}) = 19$  мг/л при рН-5,1,  $\text{C}(\text{Cu}^{2+}) = 17,6$  мг/л при рН-5,6). Час контакту - 15-150 хвилин. З метою встановлення адсорбційної ємності і побудови ізотерм готували розчини з концентраціями  $\text{Pb}^{2+}$  в межах 0,2-106 мг/л,  $\text{Cu}^{2+}$  - 0,8-84 мг/л. Наважки композитів (0,1 г) заливали розчином відповідної концентрації (V-5 мл). Адсорбцію здійснювали у статичному режимі за кімнатної температури. Десорбцію іонів проводили на зразках сорбентів після адсорбції. Досліджували процеси десорбції в водному розчині та 0,1 н розчині  $\text{HCl}$ . Зразок оксиду заливали водою або розчином  $\text{HCl}$  (V=50 мл) через певні проміжки часу відбирали проби по 5 мл. Вимірювання концентрації іонів здійснювали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С - 115 М1 у полум'яній суміші ацетилен-повітря при відповідних довжинах хвиль ламп ( $\lambda_{\text{Pb}} = 283,3$  нм,  $\lambda_{\text{Cu}} = 324,7$  нм). Розчини для калібрування приладу виготовили з стандартних розчинів. Розчин від сорбентів після адсорбції відділяли фільтруванням.

В цілому, із експериментальних даних видно, що оптимальний час контакту оксидів з розчином  $\text{Pb}^{2+}$  становить 20-40 хвилин (рис. 1, а), а рН - 5,1 (рис. 1, б). Для  $\text{Cu}^{2+}$  оптимальний час контакту 40 хвилин, а рН = 5,6. Можна припустити [3,4], що в умовах максимальної адсорбційної ефективності  $\text{Pb}^{2+}$  та  $\text{Cu}^{2+}$  в розчині катіони перебувають практично лише у катіонних формах аквакомплексів  $[\text{Pb}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  та  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ .

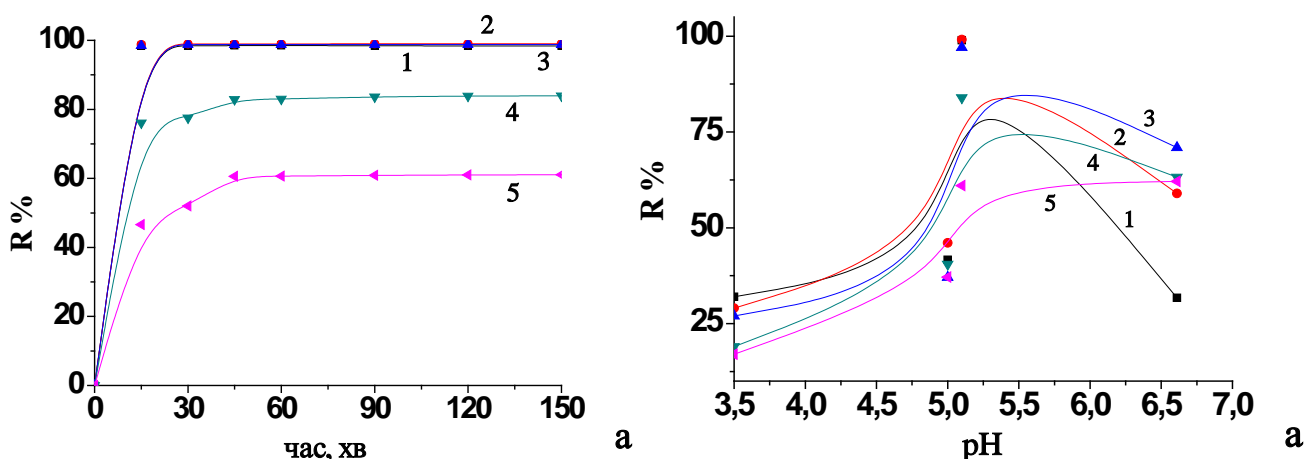


Рис. 1 Кінетика адсорбції (а) та залежність ступеня вилучення від рН середовища (b) іонів  $Pb^{2+}$  на поверхнях  $SiO_2$  (1)  $Al_2O_3$  (2),  $TiO_2$  (3),  $Fe_2O_3$  (4),  $Fe_3O_4$  (5) з водного розчину

В межах дослідних концентрацій  $Pb^{2+}$  (рис. 2) та  $Cu^{2+}$  адсорбційного насичення всіх поверхонь щодо вказаних іонів не відбувається, що в свою чергу відкриває перспективи для використання цих оксидів для вилучення вказаних іонів металів з водних розчинів при значно більших концентраціях.  $SiO_2$  та  $Al_2O_3$  для іонів  $Pb^{2+}$  та  $Al_2O_3$  для іонів  $Cu^{2+}$  характеризуються найбільшими значеннями адсорбційної ємності та ступеня вилучення, тоді як для  $Fe_3O_4$  ці показники для  $Pb^{2+}$  та  $Cu^{2+}$  мають найменші значення.

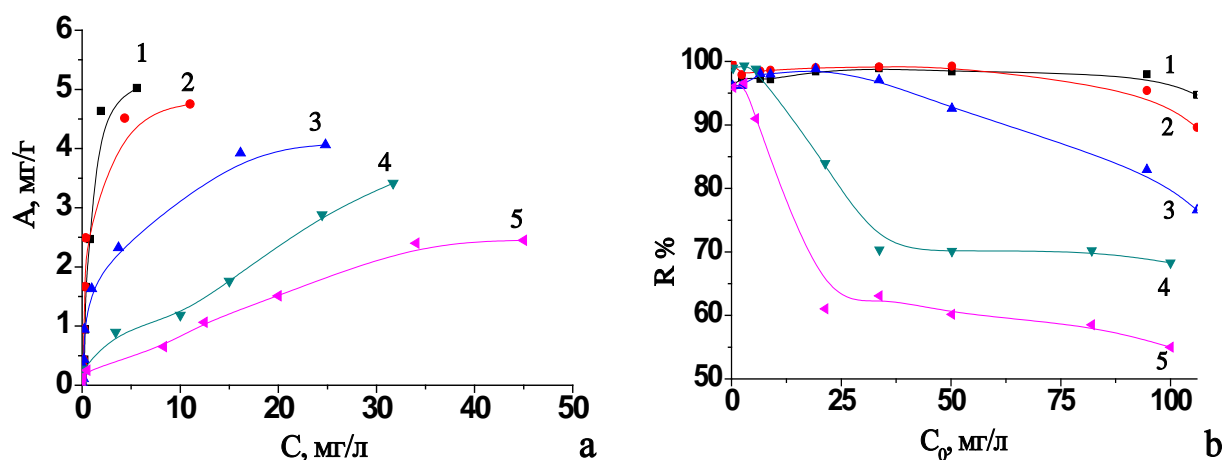


Рис. 2 Ізотерма адсорбції (а) та ступінь вилучення (b) іонів  $Pb^{2+}$  на поверхнях  $SiO_2$  (1)  $Al_2O_3$  (2),  $TiO_2$  (3),  $Fe_2O_3$  (4),  $Fe_3O_4$  (5) з водного розчину

Дослідження процесів десорбції дозволяє зробити припущення про значну частку ковалентного зв'язку між поверхнею адсорбента та сполуками  $\text{Pb}^{2+}$  (рис. 3) та  $\text{Cu}^{2+}$  в розчині. Десорбція іонів  $\text{Pb}^{2+}$  та  $\text{Cu}^{2+}$  з поверхонь всіх оксидів в водному середовищі не відбувається, тоді як вона спостерігається в кислому розчині.

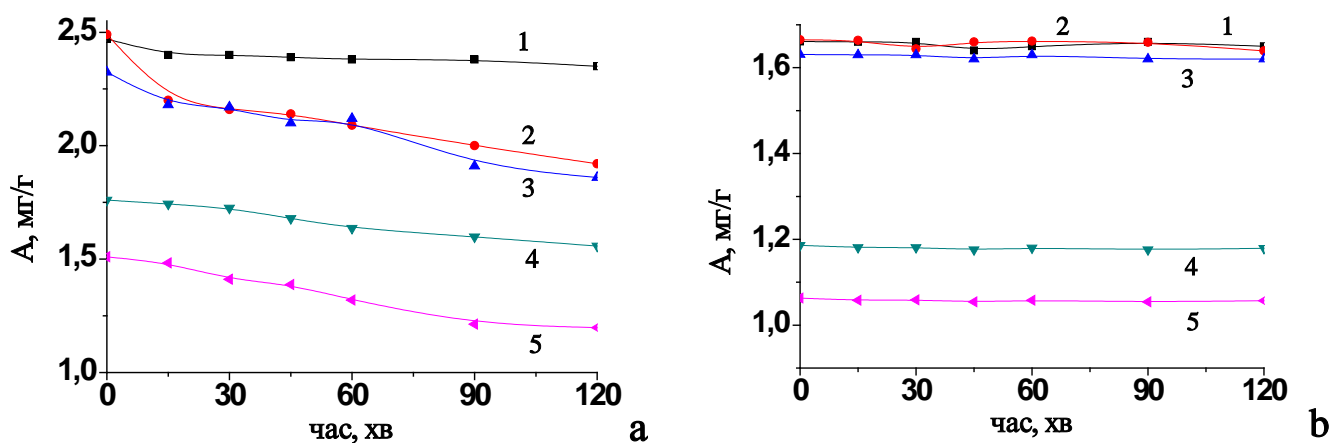


Рис. 3 Десорбція іонів  $\text{Pb}^{2+}$  в кислому (0,1 М) HCl (а) та водному (б) розчинах на поверхнях  $\text{SiO}_2$  (1)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (2),  $\text{TiO}_2$  (3),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (4),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (5)

1. Gun'ko V.M., Zarko V.I., Leboda R., Chibowski E. Aqueous suspension of fumed oxides: particle size distribution and zeta potential// Advances in Colloid and Interface Science.- 2001.- V.91.- P. 1-112.

2. Гунько В.М., Миронюк І.Ф., Челядин В.Л., Ільницький Р.В., Коцюбинський В.О., Гергель Т.В., Лобода Р., Скубішівська-Земба Я.. Структурні і адсорбційні властивості пірогенних оксидів  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  та  $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  // Фізика і хімія твердого тіла.-2007.- Т.8,№2.-С.321-326.

3. Nriagu J. O. The biogeochemistry of lead in the environment. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam.- 1978.- 397 p.

4. Подчайнова В.Н., Смирнова Л.Н.. Медь (Аналитическая химия элементов).-1990.-279 с.

# АДСОРБЦІЙНА АКТИВНІСТЬ НАНОРОЗМІРНОГО $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ЩОДО ДЕЯКИХ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК $\text{La}^{3+}$ та $\text{Y}^{3+}$

*Хандрика Н.П.<sup>1</sup>, Кусяк А. П.<sup>1</sup>, Янович І.В.<sup>1</sup>, Горбик П.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет ім.І.Франка, [a\\_kusyak@ukr.net](mailto:a_kusyak@ukr.net)

<sup>2</sup>Інститут хімії поверхні НАН України імені О.О.Чуйка

Залишається актуальним на сьогодні питанням створення ефективних, дешевих та доступних матеріалів, які б характеризувалися високими показниками вилучення з розчинів різної природи органічних та неорганічних речовин, зокрема катіонів рідкоземельних металів. Сучасні дослідження свідчать про широкі перспективи використання магнітних наноматеріалів, однією із сфер застосування яких є одержання адсорбційних бар'єрів для катіонів металів, оскільки магнітокерованість суттєво спрощує відокремлення відпрацьованого сорбенту шляхом магнітної сепарації. Серед речовин, що надають магнітних властивостей, важливе місце належить магнетиту.

При проведенні даного дослідження в якості адсорбента катіонів РЗЕ  $\text{La}^{3+}$  та  $\text{Y}^{3+}$  був використаний високодисперсний магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  з питомою поверхнею 99-100 м<sup>2</sup>/г та розміром кристалітів 5-10 нм, синтезований за гель-золь методом Елмора. Фотометричне визначення концентрацій  $\text{Me}^{3+}$  здійснювали на КФК-3 в кюветах з товщиною шару поглинання 50 мм та  $\lambda$  – 655 нм, для комплексів La – арсеназо III та  $\lambda$  – 645 нм для комплексів Y – арсеназо III – відносно розчину порівняння. Для дослідження властивості нанокомпозитів від рН середовища використали розчин  $\text{C}_{\text{La}^{3+}}$  - 20 мг/л,  $\text{C}_{\text{Y}^{3+}}$  - 15 мг/л. Для кінетичних досліджень з  $\text{C}_{\text{La}^{3+}}$  - 30 мг/л,  $\text{C}_{\text{Y}^{3+}}$  - 16 мг/л. Для побудови ізотерм адсорбції розчини з  $\text{C}_{\text{Me}^{3+}}$  - 0,5-40 мг/л. Дані розчини отримували розчиненням відповідних солей  $\text{Me}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  у воді. Розчини мали значення рН в діапазоні 2-4. Для створення відповідного середовища при дослідженнях використовували ацетатний буфер. Отримано ізотерми адсорбції іонів  $\text{La}^{3+}$  та  $\text{Y}^{3+}$  в середовищі ацетатного буфера, досліджено процеси кінетики та залежності адсорбції та десорбції іонів від рН розчину (рис 1).



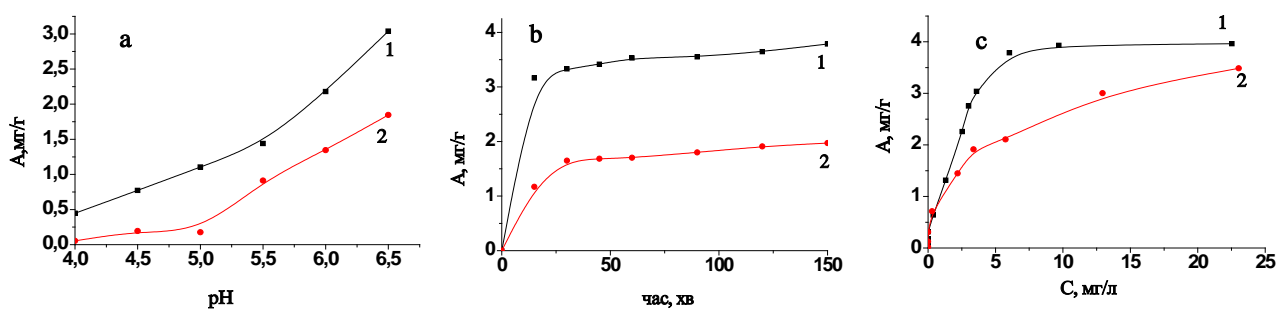


Рис 1. Дослідження впливу рН (а), кінетики (б) та ізотерми адсорбції (с)  $\text{La}^{3+}$  (1) та  $\text{Y}^{3+}$  (2) на поверхні  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Методом ІЧ-спектроскопії досліджено сполуки  $\text{La}^{3+}$  та  $\text{Y}^{3+}$  (рис. 2), а також поверхню  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  після адсорбції сполук  $\text{La}^{3+}$  та  $\text{Y}^{3+}$  (рис 3).

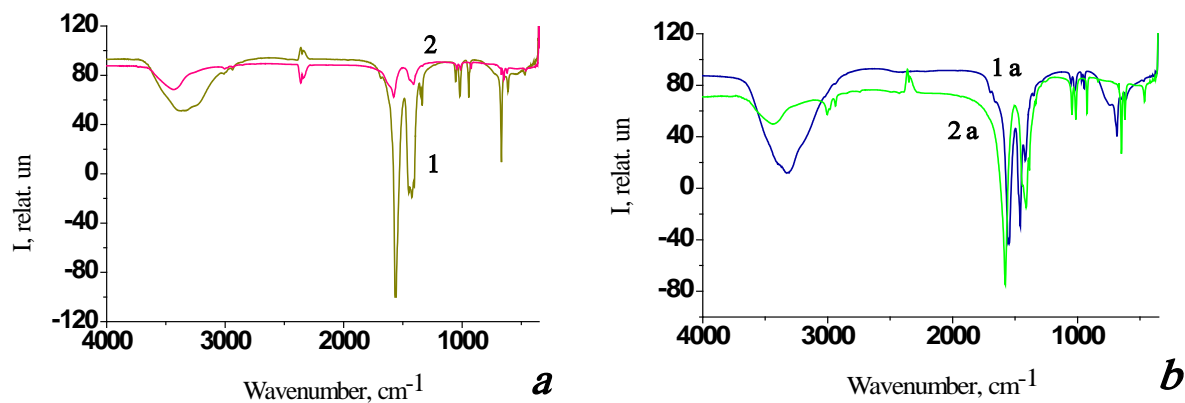


Рис 2. ІЧ-спектри зразків солей  $\text{La}^{3+}$  (а) та  $\text{Y}^{3+}$  (b) ( $\text{Me}(\text{Ac})_3$  (1, 1a) та  $\text{Me}(\text{NO}_3)_3$  + ацетатний буфер (2, 2a).

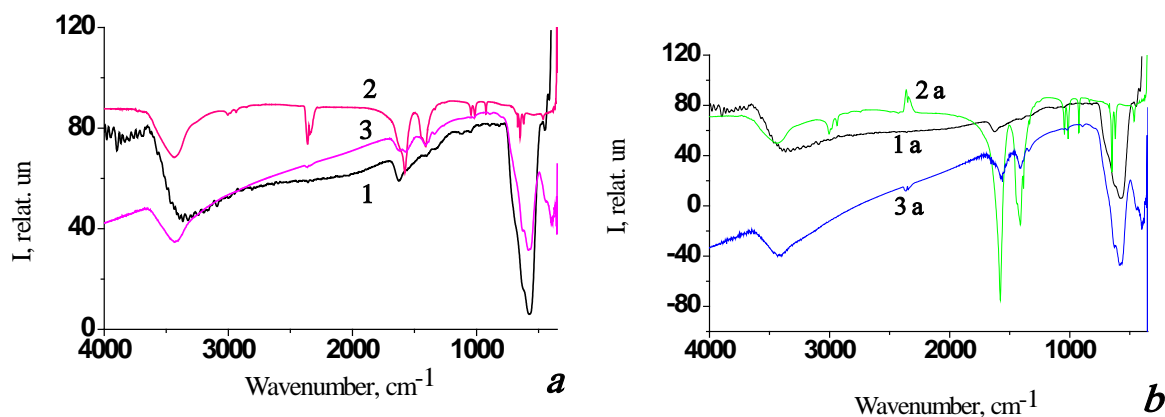


Рис 3. ІЧ-спектри зразків  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (1, 1a),  $\text{Me}(\text{NO}_3)_3$  + ацетатний буфер (2, 2a) та  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  після адсорбції  $\text{Me}(\text{NO}_3)_3$  + ацетатний буфер (3, 3a) ( $\text{La}^{3+}$  (а) та  $\text{Y}^{3+}$  (b)).

## РОЛЬ ХІМІЇ В РОЗВИТКУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ОРТОПЕДИЧНОЇ СТОМАТОЛОГІЇ

*Поташова І.М., Бурлакова С.В., Головня Н.Ю.*

Житомирський інститут медсестринства, [nikita.golovnya@inbox.ru](mailto:nikita.golovnya@inbox.ru)

*«Каждый раз я представлял себе существующую проблему,  
а за тем искал пути решения этой проблемы».*

*Доктор Дэвид Ньюмен Рудо – создатель золотого стандарта  
в реставрации зубов полимер-композитом.*

Сучасний рівень стоматологічної допомоги визначається домінуючими факторами: кваліфікації спеціаліста, асортимент матеріалів, хімічний склад, фізичні та хімічні властивості матеріалів. Матеріалознавство ґрунтується на основах фізики та хімії.

У 1548р. з'явилась перша книга зі стоматології (W.H. Ruff), де описувалась методика застосування матеріалів на основі білого коралу, порошкоподібних перлин, каучуку і воску. У 1770р. (M. D'Arcet) почалося використання легкоплавного металу, виготовлення золотого базиса і кріплення на ньому зубів з кістки. У 1789р. – початок використання фарфорових штучних зубів з забарвленням 26 кольорів (G. Fonzi). У 1839р. Goodier розробив спосіб вулканізації каучуку для створення базисних матеріалів. У 1921р. Worker і Kelsey запропонували використовувати бакеліт з фенол-формальдегідних пластмас як базис знімних протезів. У 1935р. в стоматологічну практику почали впроваджувати акрилові полімери, що відкрило нову еру в стоматології. Хімічна сполука «акрилова кислота» була синтезована в 1843р. Ректенбахером, перший акриловий матеріал для протезів – Коладент з'явився лише у 1935р. в Німеччині. У 1958р. Рафаель Бовен створив перший пломбувальний матеріал Bis-Gma. У 1962р. – мікронаповнений композит. У 1973р. – з'явилися перші матеріали світлової полімеризації.

В наш час є широкий вибір матеріалів, створених на основі акрилових пластмас, які застосовуються як для пломбування, так і для виготовлення ортопедичних конструкцій.

Класифікація матеріалів:

- хімічне твердіння ( «Акрилоксид», «Протакрил», «Evicrol», «Charisma»);
- твердіння під дією тепла ( «Синма», «Superpont»);
- під дією тепла і високого тиску ( «Isosit», «Durapont»);
- світлове твердіння («Spectrum», «Vita Zeta», «Gharisma»).

Критерії матеріалів, які використовують в стоматології:

- бути нешкідливим для організму;
- бути хімічностійким до середовища ротової порожнини;
- мати високі фізико-хімічні властивості (мала усадка, ковкість, текучість);
- імітувати колір тканин, які заміщують.

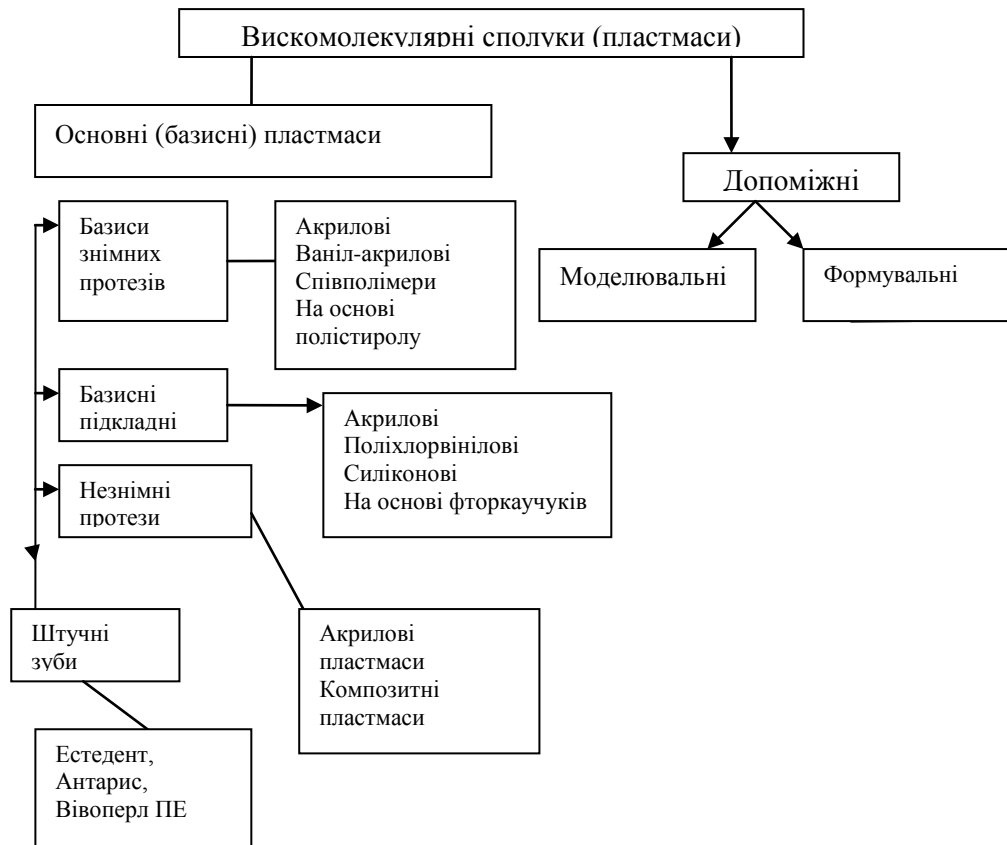
У ортопедії широко застосовують ВМС природнього та штучного походження. За просторову структуру пластмаси належать до лінійних та просторових (зшитих поперечними зв'язками між основними ланцюгами полімерів). Пластмаси поділяються на неорганічні (силікати) та органічні (поліетилен, поліметилметакрилат). Полімери, які містять в одній макромолекулі кілька типів мономерних ланцюгів, називають співполімерами.

Основні фізико-хімічні властивості полімерів:

- текучість – здатність незворотно деформуватися під дією власної маси;
- в'язкість – зворотня величина до текучості;
- деструкція – незворотній процес руйнування матеріалу;
- пружність – відновлення своєї форми та об'єму після деформації;
- пластичність – зміна форми і розміру тіла полімера;
- еластичність – означає пружність;
- релаксація полімера – час для перебудови внутрішньої структури полімеру;
- повзучість полімера – безперевна пластичність;

- пластифікація полімера – введення пластифікатора;
- набухання полімера – проникнення молекули мономера (рідини) у полімер і збільшення об'єму.

Класифікація полімерів, які використовуються у зубопротезній практиці.



Компоненти пластмас, їх значення:

Мономер – основа пластмаси. Акрилові пластмаси – метиловий ефір метакрилової кислоти.

Полімер – поліметилметакрил.

Наповнювач – речовина, що надає міцності (азбест, скловолокно).

Пластифікатори – речовини, що підвищують пластичність та еластичність (дибутилфталат, трибутирогліцерин, діоктилфталат).

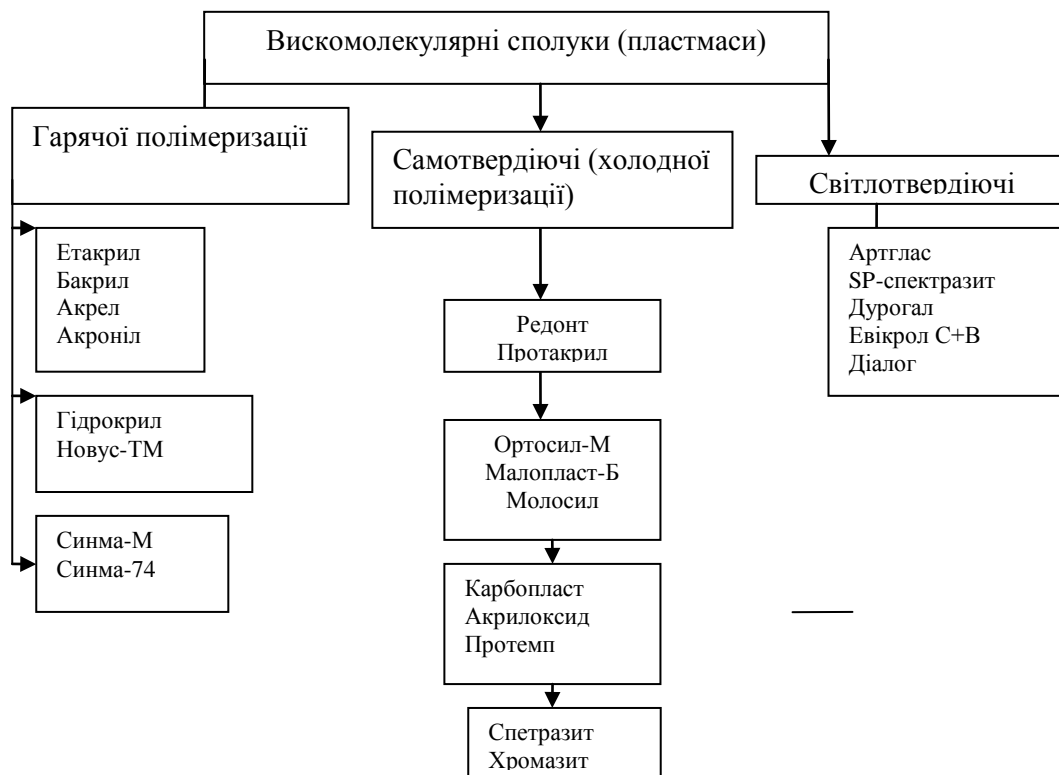
Масила – запобігають прилипанню виробу (стеарин, віск).

Барвники – речовини, які надають матеріалу кольору (судан, жовтий – сульфохромат свинцю, залізний марс, зелений – Теньє, мелорій).

Каталізатори – як ініціатор полімеризації використовують пероксид бензоїл.

Стабілізатори – речовини, що запобігають старінню організму.

## Класифікація полімерів за способом твердіння (полімеризації).



Пластмаси гарячої полімеризації: «Етакрил 0,2», «Акрел», «Бакрел», «Фторакс», «Акроніл», «Базисна», «Асрон», «Синма». Пластмаси холодної полімеризації: «Протакрил-М», «Редонт», «Карбопласт». Поліхлорвінілові еластичні матеріали: «Еладент-1000», «Паладур».

Висновок. Отже, розвиток стоматології, особливо її ортопедичного та терапевтичного розділів, тісно пов'язаний з досягненням хімії. Розвиток методики проникнення в штучну гідроксиапатитну кістку кровоносних капілярів та нервових волокон (американський вчений Сэмюэль Стапп 2011р.); розробка полімерної рідини, яка при введенні в тканину перетворюється в сплутану матрицю з нановолокном; впровадження японських вчених технологій трьохмірної печаті для створення штучної кістки.

1. Король М.Д., Оджубейська О.Д., Доценко В.І., Петрушанко В.М. Матеріалознавство у стоматології.-К.:Нова Книга, 2008.-54.

2. Рожко М.М., Неспрядько В.П., Палійчук І.В. Зубопротезна техніка.-К.:Книга-плюс, 2014.-603.

3. Музиченко В.П., Луцевич Д.Д., Яворська Л.П. Медична хімія.-К.:Медицина, 2015.-496.

## РОЗЧИНЕННЯ $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ ТРАВНИКАМИ СИСТЕМИ

### $\text{NaNO}_2$ – $\text{HI}$ – ЛАКТАТНА КИСЛОТА

Шутило А.С.<sup>1</sup>, Денисюк Р.О.<sup>1</sup>, Томашик В.М.<sup>2</sup>, Денисюк Т.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [denisuk@zu.edu.ua](mailto:denisuk@zu.edu.ua)

<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьован НАН України

Твердотільна електроніка тісно пов'язаний з прогресом в області обробки поверхні напівпровідників. Для отримання високоякісної полірованої та структурно досконалої, бездефектної поверхні підкладок із збереженням необхідних геометричних параметрів використовують як хіміко-механічне, так і хіміко-динамічне полірування [1].  $\text{CdTe}$  і тверді розчини на його основі являють інтерес з точки зору практичного застосування при виготовленні світлочутливих елементів і абсорбційних фільтрів, анізотропних термоелектричних елементів, термоелектричних сенсорів та пасивних оптичних деталей – імерсійних лінз і вікон, в тому числі  $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$  (КРТ) – для виготовлення фотоприймачів далекого і середнього ІЧ-діапазону [2].

Метою дослідження є розробка та оптимізація складу травильних композицій на основі натрій нітриту з йодидною кислотою, які володіють низькими швидкостями розчинення для формування якісної полірованої поверхні  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ .

В роботі [3] вивчено процеси хіміко-динамічного (ХДП) полірування поверхні монокристалів  $\text{CdTe}$  і твердого розчину  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  йодовиділяючими травниками системи  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  – тартратна кислота та показано, що їх можна використовувати для полірування напівпровідників, але швидкості взаємодії є досить високими і досягають 17 мкм/хв.

Для дослідження використано твердий розчин  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  загальною площею  $\approx 0,5 \text{ см}^2$ , і товщиною – 1,5-2 мм., який розчиняли в травниках потрібної системи  $\text{NaNO}_2$  –  $\text{HI}$  – лактатна кислота. Швидкість травлення визначали по зменшенню товщини кристалу за допомогою годинникового індикатора ИЧ-1 з точністю  $\pm 0,5$  мкм. Діаграма **склад – властивість**

побудовано з використанням методу симплексних ґраток Шефе-Гіббса, що дозволяє системно вивчити залежність кінетики розчинення від складу травника.

Встановлено, що швидкості розчинення перебувають в межах 2,5-10 мкм/хв, при чому, максимальними швидкостями травлення володіють розчини, збагачені натрій нітритом. Додавання водного розчину лактатної кислоти в травильну суміш призводить до сповільнення швидкостей травлення, а якість поверхні зразка до певної межі залишається високою.

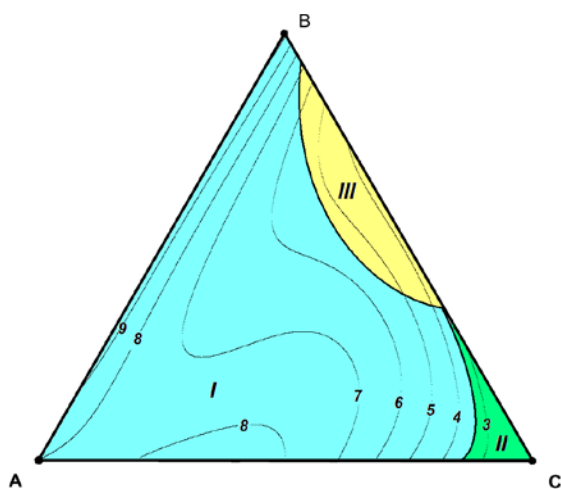


Рис. 2. Поверхня однакових швидкостей травлення (мкм/хв)  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  ( $T=293\text{K}$ ,  $\gamma = 80 \text{ хв}^{-1}$ ) при об'ємному співвідношенні ( $\text{NaNO}_2 : \text{HI} : \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ) у вершинах А, В, С відповідно: А – 5 : 95 : 0; В – 25 : 75 : 0; С – 5 : 35 : 60 (поліруючі області – I, селективні області – II та неполіруючі –III)

Для полірування  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  можуть бути використані розчини системи  $\text{NaNO}_2 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  з вмістом компонентів (об.%): (5-25)  $\text{NaNO}_2$  : (40-95)  $\text{HI}$  : (0-55)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ , в яких швидкість полірування становить 3,5-10 мкм/хв., при чому полірування необхідно проводити при  $20^\circ\text{C}$  та швидкості обертання диску 80 об/хв. Після розчинення напівпровідника поверхню слід промивати 0,2 М розчином натрій тіосульфату та великою кількістю дистильованої води.

Розчини системи  $\text{NaNO}_2 - \text{HI} - \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  можуть бути використані для травлення напівпровідників на основі  $\text{CdTe}$  з формуванням якісної полірованої поверхні та низькими швидкостями. Після розчинення напівпровідника поверхню слід промивати 0,2 М розчином натрій тіосульфату та великою кількістю дистильованої води.

1. Денисюк Р.О., Томашик З.Ф., Чернюк О.С., Томашик В.М., Гнатів І.І. Хімічне розчинення монокристалів CdTe та твердих розчинів  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  в травильних сумішах  $\text{I}_2 - \text{HI}$  // Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – Т. 10, № 1. – С. 134-137.

2. Білевич Є.О., Томашик В.М., Томашик З.Ф., Даниленко С.Г. Хімічне травлення монокристалів телуриду кадмію та твердих розчинів на його основі в розчинах системи  $\text{HNO}_3\text{--HCl}$ –винна кислота // Фізика і хімія твердого тіла. – 2000. – Т. 1, № 2. – С. 267-272.

3. Гвоздієвський Є.Є., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Томашик З.Ф., Гриців В.І. Хімічне полірування CdTe та твердих розчинів  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  і  $\text{Cd}_{1-x}\text{Hg}_x\text{Te}$  водними розчинами  $\text{HNO}_3\text{--HI}$ –тартратна кислота // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2013. – С. 136-140



## 2. Аналітична хімія та хімія навколишнього середовища.

### ВПЛИВ ЙОНІВ $\text{Ni}^{2+}$ НА ПРОРОСТКИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ВОДНОЇ КУЛЬТУРИ

*Заблоцька О.С., Опанащук Н.М.*

Житомирський національний агроекологічний університет,

*olgasz5@mail.ru*

За статистичними даними ґрунти України найбільше потерпають від забруднення сполуками Купруму, Цинку, Кадмію, Кобальту, Ніколу і Плюмбуму [1]. Необхідність вирощування екологічно безпечної продукції викликає нагальну потребу в активізації наукових пошуків щодо встановлення для кожної сільськогосподарської культури ріст-стимулювальних, ріст-гальмувальних, летальних та інших концентрацій кожного з важких металів.

Для здійснення аналітичного контролю за вмістом важких металів та інших забруднювачів довкілля останніми роками все ширше застосовують методи біотестування та біоіндикації [2]. Поміж тест-організмів – рослин-біоіндикаторів чільне місце посідає пшениця озима (*Triticum aestivum* Linn). Це одна з основних продовольчих культур України, вирощування якої відбувається в умовах тотального техногенного забруднення ґрунтів важкими металами, зокрема – Ніколом. Проведені останнім часом польові та лабораторні дослідження ростових показників проростків цієї культури внаслідок дії на них йонів Ніколу дозволили встановити: особливості впливу підвищених концентрацій  $\text{Ni}$  у ґрунті на ріст проростків пшениці озимої [3], характер спільної дії синтетичних цитокінінів та йонів  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Ni}$  на ріст зародкових корінців і пагонів [4], реакцію проростків пшениці озимої на дію мікроелементів ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) в умовах водної культури [5].

Наразі не повною мірою висвітлена проблема впливу йонів  $\text{Ni}^{2+}$  на проростки пшениці озимої у проміжку молярних концентрацій від 0,5 до 50 ммоль/л. Це й визначило мету нашого дослідження. В ході роботи

розв'язувалися такі дослідницькі завдання: визначалися ріст-стимулювальні, ріст-гальмувальні та летальні концентрації цього важкого металу щодо росту зародкових корінців і паростків; стійкість проростків пшениці до його фітотоксичної дії.

Як джерело Ніколу використали розчини  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  з молярними концентраціями від 0,5 до 50 ммоль/л. Вибір саме цієї солі був зумовлений наявністю в ній катіонів Ніколу, які можуть засвоюватися рослинами і переважають у рухомих формах елементів природного ґрунтового середовища.

Експеримент провели в лабораторних умовах. Схема досліду передбачала пророщування насіння пшениці озимої протягом семи днів у затемненому термостаті при  $+ 20^\circ \text{C}$ . Для подальшого росту одержані проростки внесли в умови водної культури на заздалегідь приготовлені розчини. Контролем були рослини, вирощені на дистильованій воді. Вибірка варіантів кожного досліду становила 100. Кількість повторень експерименту була п'ятикратною. На 10 добу визначили показники інтенсивності росту проростків пшениці (довжину зародкових корінців та зелених паростків), а також візуальні ознаки фітотоксичного ефекту. Обробку експериментальних даних здійснили методами математичної статистики. Стійкість рослин до надлишку йонів Ніколу визначили методом кореневого тесту, згідно з методикою, яка прописана в ДСТУ ISO 11269-1:2004 «Метод визначення гальмівної дії на ріст коренів» [6]. Кореневий індекс ( $K_i$ ) обчислили як відношення приросту зародкових корінців проростків пшениці дослідних варіантів (за впливу різних концентрацій Ніколу) до приросту корінців контрольного варіанту. Також для дослідження стійкості рослин до надлишку Ніколу, за аналогією з  $K_i$ , розробили та ввели в науковий обіг термін «паростковий індекс», якому присвоїли позначення  $P_i$ . Його обрахували як відношення приросту зародкових паростків проростків пшениці дослідних варіантів (за впливу різних концентрацій Ніколу) до приросту паростків контрольного варіанту.

Результати експерименту систематизували в таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати дослідження впливу йонів  $Ni^{2+}$  на проростки пшениці

$C_m$ , ммоль/л	Показники росту зародкових корінців				Показники росту зародкових паростків			
	Довжина, мм		Приріст ( $\Delta d$ ), мм	$K_i$ , порівня но з контр.	Довжина, мм		Приріст, ( $\Delta d$ ), мм	$\Pi_i$ , порів- няно з контр.
	до екс.	піс- ля екс.			до екс.	піс- ля експ.		
<b>Конт- роль</b>	34	111	77	1,000	23	127	104	1,000
<b>0,5</b>	34	39	5	0,064	27	111	84	0,807
<b>1,0</b>	60	63	3	0,038	29	90	61	0,586
<b>1,5</b>	49	51	2	0,025	31	109	78	0,461
<b>2,0</b>	53	55	2	0,025	29	74	45	0,432
<b>2,5</b>	50	52	2	0,025	28	62	34	0,326
<b>3,0</b>	19	21	2	0,025	25	50	25	0,240
<b>3,5</b>	48	49	1	0,012	37	62	25	0,240
<b>4,0</b>	48	49	1	0,012	29	53	24	0,230
<b>4,5</b>	50	51	1	0,012	30	53	23	0,221
<b>5,0</b>	47	48	1	0,012	34	57	23	0,221
<b>10,0</b>	41	42	1	0,012	39	57	18	0,173
<b>15,0</b>	27	28	1	0,012	15	28	13	0,125
<b>20,0</b>	26	27	1	0,012	15	26	11	0,105
<b>25,0</b>	25	25	0	0,000	19	30	11	0,105
<b>30,0</b>	27	27	0	0,000	16	27	11	0,105
<b>35</b>	25	25	0	0,000	16	26	10	0,096
<b>40</b>	23	23	0	0,000	19	27	8	0,076
<b>45</b>	27	27	0	0,000	17	25	8	0,076
<b>50</b>	25	25	0	0,000	15	20	5	0,048
<b>Середнє значення <math>K_i</math> (<math>K_i</math> серед.)</b>				0,015	<b>Середнє значення (<math>\Pi_i</math> серед.)</b>			0,246

Узагальнимо ознаки впливу йонів  $\text{Ni}^{2+}$  на проростки пшениці озимої: а) йони  $\text{Ni}^{2+}$  за концентрацій від 0,5 до 50 ммоль/л ріст-стимулювальної дії на зародкові корінці і зелені паростки проростків пшениці озимої не виявляють; б) при  $C_m$  від 25,0 до 50,0 ммоль/л відбувається повне гальмування росту зародкових корінців, бічні корінці не утворюються, виникає їх ламкість і потемніння; в) найбільша стійкість проростків пшениці до дії йонів  $\text{Ni}^{2+}$  спостерігається при  $C_m$ , що дорівнює 0,5 ммоль/л, на що вказують величини  $K_i$  та  $\Pi_i$ ; г) середні значення  $K_i$  та  $\Pi_i$  проростків пшениці озимої засвідчують значний фітотоксичний вплив на цю сільськогосподарську культуру йонів  $\text{Ni}^{2+}$ ; д)  $C_m$  йонів  $\text{Ni}^{2+}$  від 0,5 до 50,0 ммоль/л не є летальними для пшениці озимої.

Отже, пшениці озимій (*Triticum aestivum* Linn) властива видова специфічність щодо дії йонів  $\text{Ni}^{2+}$ .

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan\\_gruntiv.pdf](http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf)

2. Горпинич А. М. Екологічні аспекти використання пральних порошків / А. М. Горпинич, Н. О. Горбунова, О. О. Венгер // Наука. Молодь. Екологія : зб. матеріалів Міжнар. наук.-прак. конф., 21–23 трав. 2014 р. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – С. 41-47.

3. Rhizosphere characteristics of indigenously growing nickel hyperaccumulator and excluder plants on serpentine soil / [Wenzel W. W., Bunkowski M., Puschenreiter M., Horak O.]. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://link.springer.com/search?query=Wenzel+W.+W.%2C+Bunkowski+M.%2C+Puschenreiter+M.%2C+Horak+O.+%282003%29+Rhizosphere+characteristics+of+indigenously+growing+nickel+hyperaccumulator+and+excluder+plants+on+serpentine+soil.+Environ+Pollut+123%3A131%E2%80%9393138+>

4. THE EFFECT OF HEAVY METALS AND THIDIAZURON ON WINTER WHEAT (TRITICUM AESTIVUM L.) SEEDLINGS / [Sazanova Kristina A., Bashmakov Dmitry I., Brazaityte Ausra, Bobinas Ceslovas, Duchovskis Pavelas,

*Lukatkin Alexander S.] // Zemdirbyste=Agriculture. – 2012. – Vol. 99, – No. 3. – P. 273–278.*

5. *Заблоцька О. С. Реакція проростків пшениці озимої на дію мікроелементів ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) в умовах водної культури / О. С. Заблоцька, Н. М. Опанащук // Агроекологічний журнал. – 2015. – № 4. – С. 90–96.*

6. *Якість ґрунту. Визначання дії забрудників на флору ґрунту. Ч.1. Метод визначення гальмівної дії на ріст коренів: ДСТУ ISO 11269-1:2004 – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національний стандарт України).*

# **АДСОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОПОЛІМЕРУ, ОТРИМАНОГО СПОСОБОМ ГЕТЕРОФАЗНОЇ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ N-АМІНОСТИРОЛУ ТА МЕТАКРИЛОВОЇ КИСЛОТИ ЩОДО ДЕЯКИХ КАТІОНІВ МЕТАЛІВ**

*Кичкирук О.Ю., Кравець Т.М.*

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

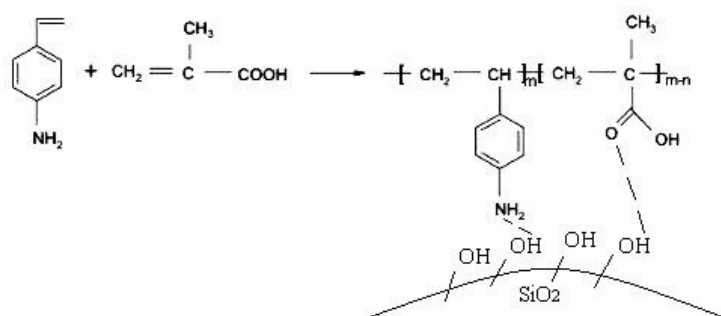
*panova\_o\_yu@ukr.net*

Сучасні методи аналітичної хімії, спрямовані на розробку ефективних методів попереднього концентрування і селективного вилучення іонів і молекул із складних сумішей, тісно пов'язані із застосуванням різноманітних сорбентів, зокрема з адсорбованими і хімічно закріпленими на їхній поверхні аналітичними реагентами (твердофазна екстракція).

Аналізуючи вже розроблені методи синтезу хімічно модифікованих кремнеземних адсорбентів, ми вважаємо, що найбільш перспективним методом синтезу є радикальна полімеризація. Вона дозволяє реалізувати осадову полімеризацію – процес, коли полімер, що формується в полімеризаційному розчині, випадає з нього в осад. У випадку такої полімеризації підвищується швидкість утворення полімеру, який до того ж має підвищену чистоту, а проведення процесу у присутності частинок неорганічної природи є простим методом створення композитів полімер-нерганічний носій. Кополімеризація аміностиролів з таким активним мономером, як метакрилова кислота, дає підставу очікувати утворення достатньо високомолекулярних продуктів

У роботі досліджено адсорбційні характеристики кополімеру, отриманого способом гетерофазної полімеризації n-аміностиролу та метакрилової кислоти на поверхні силікагелю, щодо катіонів металів Fe(III), Ni(II).

Схема іммобілізації кополімеру може мати наступний вигляд:



Синтезований зразок був досліджений методами ПМР-, ІЧ- та МАС-спектроскопії. Результати термогравіметричного аналізу показали, що переважна кількість кополімеру розкладається у проміжку від 300 до 600 °С і близько 10,5 % співполімеру знаходиться на поверхні силікагеля.

Вивчення впливу рН розчину (у діапазоні рН від 1 до 9,2) на ступінь вилучення йонів металів показало, що кополімер виявляє адсорбційну активність щодо мікрокількостей  $\text{Fe}^{3+}$  та  $\text{Ni}^{2+}$  у нейтральному середовищі. Ступінь вилучення іонів  $\text{Fe(III)}$  становить 24,3%, а іонів  $\text{Ni(II)}$  32,1%. При величині рН 8 і 9 спостерігали гідроліз солей у розчинах. Рівновага процесу сорбції катіонів  $\text{Ni}^{2+}$  та  $\text{Fe}^{3+}$  настає через 90 і 60 хвилин контакту відповідно.

Вміст іонів металів у досліджуваних розчинах визначали атомно-абсорбційним методом аналізу.

Аналіз ізотерм адсорбції іонів металів на кополімері *n*-аміностиролу та метакрилової кислоти на поверхні силікагелю показує, що максимальна сорбційна ємність щодо іонів нікелю становить 1,1 мг/г, щодо іонів феруму 0,5 мг/г.

Вигляд ізотерми адсорбції свідчить про комплексоутворення між катіонами металів і кополімером на поверхні силікагелю за рахунок аміногруп аміностиролу та атомів кисню метакрилової кислоти.

# **ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ ПРИРОДНИМИ АДСОРБЕНТАМИ**

*Коваль Н.О., Васи́лич Т.М.*

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського

*[komsomolskanata@mail.ru](mailto:komsomolskanata@mail.ru)*

Скиди недостатньо очищених промислових та побутових стічних вод спричиняє погіршення якості води, утворення токсичних сполук, зависей, плівок на поверхні водойм, порушення чи руйнування екосистем та інші наслідки. Серед речовин, забруднюючих океани, моря, озера і річки землі, одне з перших місць належить нафті та продуктам її переробки.

Кількість нафтопродуктів, що надходять у Світовий океан за різними джерелами оцінюється в 5-10 млн. тон щорічно. Основними джерелами формування екологічної небезпеки є підприємства видобувної галузі нафти, системи перекачування і транспортування, нафтові термінали і нафтобази, сховища нафтопродуктів, залізничний транспорт, нафтозаправні комплекси і станції. Особливо токсичними компонентами нафти та нафтопродуктів є нафталін, метилнафталін, фенатрен і триметилбензол. Крім того, варто пам'ятати і про прямі економічні збитки внаслідок потрапляння нафтопродуктів у воду, які щорічно оцінюються в мільярди доларів.

Щороку в Україні утворюються мільйони кубічних метрів стічних вод, які забруднені нафтопродуктами [3]. Тому актуальним є пошук нових методів, матеріалів і технологій для очистки вод, які дозволять мінімізувати надходження до гідросфери нафти та продуктів її переробки.

Для очистки стічних вод від нафтопродуктів використовуються механічні, фізико-хімічні і біологічні методи очистки [2]. Для глибокої очистки забруднених води широко застосовують адсорбційні методи очищення. У такому цільовому використанні вказані методи мають ряд суттєвих недоліків.



Хімічні методи передбачають введення у воду хімічних реагентів. В результаті хімічних реакцій, які відбуваються в процесі очищення, можливо утворення токсичніших речовин, ніж вихідні.

Механічні методи видаляють лише нафту на поверхні та нафтошлами. Емульгована та розчинна нафта не вилучається, тому таке очищення малоефективне.

Біологічне окислення можна ефективно використовувати за низьких концентрацій нафти у поверхневій воді, лише в певному інтервалі рН та температур.

Сорбційні технології є одним з найперспективніших і прогресивніших напрямів водоочищення[1]. Перевагою їх є доступність, дешевизна, наявність достатніх сировинних ресурсів, не токсичність, висока ефективність, можливість очистки стічних вод, які містять одразу декілька забруднювачів.

Адсорбенти поділяються на: неорганічні, синтетичні, природні органічні та органомінеральні. Всі вони подібні за своїми сорбційними та іншими характеристиками. Використовуються як природні матеріали на рослинній і мінеральній основі (бавовна, торф, торф'яний мох, тирса, деревинна стружка, деревинна мука, пенька, солома, глина, перліт тощо), так і штучні синтетичні на основі віскози, гідратцелюлози, синтетичних волокон, термопластичних матеріалів, пінополіуретану тощо[4].

Проведений аналіз методів сорбційного очищення води від нафти та нафтопродуктів вказує на перспективи використання в цьому процесі саме природних адсорбентів. Серед них: торф (поглинає від 3,5 до 9,8 кг сирої нафти), шерсть (один кілограм може поглинути до 8-10 кг нафти), тирса, мох, шкаралупа соняшника, рису, гречки, волоського горіха, активоване вугілля[2]. Також не менш перспективними в якості адсорбентів є продукти переробки сапропелю та лігнін[4].

Слід відмітити, що в Україні є всі технічні і технологічні можливості, які можуть забезпечити виробництво адсорбційних матеріалів з рослинних відходів, запаси яких з кожним роком поповнюються. Перспективність

використання відходів агропромислового комплексу для одержання ефективних і недорогих адсорбентів обумовлена тим, що їх основними хімічними компонентами є целюлоза, лігнін, геміцелюлоза, та екстрактивні речовини.

1. *Матвєєва О.Л.* Аналіз проблем та перспектив використання методів очищення нафтовмісних стічних вод / О.Л. Матвєєва, Д.О. Демянко, І.О. Огданська // Інститут екологічної безпеки НАУ, Київ – 2011. – с.181-186.

2. *Сироткина Е.Е.* Материалы для одсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов / Е.Е. Сироткина, Л.Ю. Новоселова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. - № 13. – с. 359-377.

3. Стан довкілля в Україні. Інформаційно-аналітичний огляд. [Електронний ресурс] / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. —2008. — Режим доступу : <http://iac-menr.rgdata.com.ua>

4. *Чудаков М.И.* Промышленное использование лигнина. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 200 с.

# АДСОРБЦІЙНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ХРОМУ

*Онофрійчук Н.В., Василеніч Т.М.*

<sup>1</sup> Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського,  
*[natalee96@ukr.net](mailto:natalee96@ukr.net)*

Стічні води, містять важкі метали, які утворюються в автомобільній та хімічній промисловості, при виробництві гальванічних елементів і обробці металевих поверхонь, в електронній промисловості, у друкарні, на шкіряних фабриках та інших. Вони становлять велику небезпеку для навколишнього середовища і для людини. Токсичність деяких йонів виявляється навіть при незначних концентраціях.

Проблема видалення важких металів із стічних вод зараз особливо актуальна. Погано очищені стічні води надходять у природні водойми, де важкі метали накопичуються у воді і донних відкладеннях, стаючи таким чином джерелом вторинного забруднення. Сполуки важких металів порівняно швидко поширюються за обсягом водного об'єкта. Внаслідок чого вміст важких металів у відкладах постійно збільшується, і коли адсорбційна здатність опадів вичерпується, важкі метали надходять у воду, що і призводить до екологічної кризи. Штрафні санкції за скидання важких металів у воду стають дедалі жорсткішими, але це не вирішує проблеми.

Хромування поверхонь металевих виробів широко застосовується на сучасних гальванічних виробництвах. Електроліти, які використовуються під час хромування, через певний час роботи забруднюються катіонами заліза та іншими домішками і це вимагає їх часткової або повної заміни. Велика кількість вод, що містять розчинні сполуки хрому, утворюється під час промивання деталей після електролітичних ванн. Значні кількості можуть надходити у водойми зі стічними водами фарбувальних цехів текстильних підприємств, шкіряних заводів і підприємств хімічної промисловості [3]. Сполуки хрому (III) належать до 2-го класу небезпечності, а сполуки хрому (VI)

– до 1-го класу небезпечності. Причиною надлишку іонів хрому є надходження їх із питною водою, а також порушення регуляції обміну хрому. Основні прояви надлишку хрому: астено-невротичні розлади, алергизуючі чинники, дерматити і екземи. Як приклад, в смт. Турбів Вінницької області виявлено забруднення індивідуальних заборів питної води хромом, вміст якого в деяких колодязях становить більше 2 мг/л, при нормі 0,05 мг/л. В цю зону зараження потрапило близько 500 дворів. Подекуди вміст хрому перевищував норму в 400 разів. Відтак, така вода стала непридатною для вживання. За попередніми даними, ймовірним джерелом забруднення води є цех гальваніки місцевого машинобудівного заводу. Поліпшення якості питної води наразі досягається як її очищенням, так і покращенням стану водних джерел, яке забезпечується впровадженням заходів по попередженню їх забруднення [2].

Під час експериментальних досліджень в різних районах м. Вінниці та Вінницької області було відібрано 15 проб води (2010 р.), які використано для визначення іонів амонію, хрому, нітритів фотометричним методом та нітратів потенціометричним методом. Концентрація хрому в пробах коливалася в межах від 6 до  $710 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup> [2].

Постійне зростання об'ємів забруднених природних та стічних вод внаслідок антропогенного впливу потребує пошуку нових безпечних методів їх очищення. Існує велика кількість методів очищення стічних вод, проте кожен із методів має свої недоліки. Так, до недоліків екстракційних методів відносять складність технологічної схеми, більшість вживаних екстрагентів в тій чи іншій мірі розчиняються в оброблюваній воді. Недоліком методу осадження є поява в розчинах великої кількості йонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ; методів іонообмінного очищення стічних вод – невисока робоча обмінна ємність іонообмінного матеріалу [1]; коагуляційного методу – утворення невідновлюваних відходів та низький ефект очистки від органічних домішок.

Останнім часом значну увагу дослідників привертають адсорбційні методи очищення стоків від забруднювачів, зокрема із застосуванням природних дисперсних сорбентів. Перевагами застосування адсорбційних матеріалів є:

природні сорбенти широко розповсюджені в Україні; природні сорбенти є доступним, недорогим матеріалом; адсорбційні технології з використанням природних дисперсних сорбентів забезпечують високу ступінь очищення; відпрацьований природний адсорбент необхідно утилізувати шляхом застосування в технологіях отримання інших продуктів, він не потребує регенерації [1].

Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва, що базується на принципі безвідходності. Потужні геологічні запаси, дешеве видобування породи, проста підготовка до транспортування та використання, можливість використання відпрацьованих сорбентів у інших технологіях, завдяки чому відпадає потреба у дорогій за вартістю регенерації – основні переваги використання природних мінералів.

1. *Василінич Т.М., Сакалова Г.В.* Дослідження ефективності очищення стічних вод від іонів хрому (III) на природних адсорбентах // Вісник Хмельницького національного університету. - 2012. - №4. - С. 12 – 15.

2. *Петрук В.Г., Гайдей Ю.А., Вовк О.С.* Аналіз стану якості питної води у колодязях м. Вінниці та Вінницької області. - 2011. - С. 1 – 5.

3. *Сидорчук О.В., Гумницький Я.М.* Сорбція іонів хрому із водних розчинів природним клиноптилолітом // Вісник нац. університету "Львівська політехніка", 2013. - С. 301 – 305.

## ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК НАСЛІДОК ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

*Федорчук О., Існюк Т.В.*

Житомирський інститут медсестринства,  
*oksana.fedorchuk.2017@mail.ru*

З розвитком науково-технічного прогресу пропорційно збільшується шкода, яку людина наносить навколишньому середовищу. Зокрема, всебічне використання хімічних речовин негативно відображається на стані природи. Поступово забруднюються атмосфера, вода, ґрунти.

Основними джерелами антропогенного забруднення атмосфери на сьогоднішній день є:

- теплові електростанції, які забруднюють природу викидами, що містять сірчистий ангідрид, двоокис сірки, окисли азоту, сажу, яка є носієм смолистих речовин, пил і зола, що містять солі важких металів;

- комбінати чорної металургії, що включають доменне, сталеплавильне, прокатне виробництва; гірничорудні цехи, агломераційні фабрики, заводи коксохімічні та по переробці відходів основних виробництв, теплоенергетичні установки; викиди в атмосферу містять оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, пил, окисли азоту, сірководень, аміак, сірковуглець, аерозолі хрому та марганцю, бензол, фенол, піридин, нафталан;

- кольорова металургія забруднює атмосферу сполуками фтору, кольорових та важких металів (часто у вигляді аерозолів), парами ртуті, сірчистим ангідридом, окислами азоту, окислом вуглецю, поліметалічним пилом, смолистими речовинами, вуглеводнями, що містять бензопірен;

- машинобудування та металообробка забруднюють атмосферу аерозолями сполук кольорових і важких металів, зокрема парів ртуті, парами органічних розчинників;

- нафтопереробна та нафтохімічна промисловість є джерелом забруднювання атмосфери сірководнем, сірчистим ангідридом, окисом вуглецю, аміаком, вуглеводнем;

- підприємства неорганічної хімії викидають в атмосферу окисли сірки й азоту, сірководень, аміак, сполуки фосфору, вільний хлор, оксид вуглецю;
- підприємства органічної хімії викидають в атмосферу велику кількість складних органічних речовин, аерозолі соляної кислоти, сполуки важких металів, сажу й попіл;
- підприємства по виробництву будівельних матеріалів забруднюють атмосферу пилом, що містить сполуки важких металів, фтору, двоокису кремнію, азбесту, гіпсу, тонко дисперсний скляний пил;
- хімічне забруднення атмосфери автотранспортом є важливим фактором, що визначає географію хімічного забруднення середовища [2].

Забруднення навколишнього середовища автотранспортом – одне із найбільш небезпечних для здоров'я людини, тому що, вихлопні гази надходять у приземний шар повітря, звідки утруднене їх розсіювання; до того ж будинки жилих кварталів, які знаходяться поряд з автомагістралями, є свого роду екраном для вловлювання забруднювачів.

У складі відпрацьованих газів автомобілів в абсолютних величинах на 1000 л палива карбюраторний двигун викидає з вихлопними та картерними газами: 200 кг монооксиду вуглецю, 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів азоту, 1 кг сажі, 1 кг сірчистих сполук [1].

Величезна частина вище перерахованих хімічних речовин через випадання атмосферних опадів потрапляють у води та ґрунти. До числа головних неорганічних забрудників прісних і морських вод належать метали. Це, в основному, сполуки миш'яку, свинцю, кадмію, ртуті. На поверхню Світового океану, щорічно випадає близько 200 кт свинцю і 5 кт ртуті. Для кадмію потрапляння в океан за рахунок атмосферних опадів і прямого стоку з суші практично рівноцінний, а для ртуті атмосферний потік складає близько 25% від загального надходження в океан. Води рік щорічно приносять в океан більше 320 Мт заліза.

Найбільшу небезпеку для навколишнього середовища мають ксенобіотики – антропогенно синтезовані речовини, яких не існує в біосфері в т.ч.

високомолекулярні органічні речовини, такі як хлоровані вуглеводи. В клад групи хлорованих вуглеводів входить декілька основних класів:

1. хлоровані біфеніли (ПХБ);
2. аліфатичні хлоровані вуглеводні, які включають циклічні вуглеводні (ГХГЦ);
3. ароматичні хлоровані вуглеводні (ДДТ, ГХБ);
4. хлоровані продукти дієнового синтезу (альдрини, ділдрини).

Більша частина цих речовин використовується різними країнами як пестициди. Найширше в якості пестицидів використовується саме дихлордифенілтрихлоретан (ДДТ), який вперше був синтезований ще в 1874р. Він став «чудо-зброєю» проти комах та відносно нешкідливим для людини та тварин. На сьогоднішній час в біосфері знаходиться орієнтовно 1 Мт. ДДТ. Масове використання пестицидів призводить до забруднення ґрунтів та водойм. В складі світового водного стоку міститься не менше 2 Мт інсектофунгіцидів та інших пестицидів органічної природи, якими щорічно обробляються насадження сільськогосподарських культур[3]. Пестициди мають ряд фізико-хімічних та біохімічних властивостей таких як:

- висока стійкість до зовнішніх факторів впливу навколишнього середовища, що пояснює наявність їх у ґрунтах та ґрунтових водах протягом тривалого часу, а також здатність переміщуватись на великі відстані із однієї країни в іншу;
- висока токсичність як індивідуальних діючих речовин пестицидних препаратів, так і можливими ще більш токсичними продуктами їх термічного знезараження (діоксини);
- здатність накопичуватись у жирових тканинах тварин та людини, викликаючи при цьому численні тяжкі захворювання .

Вони понукали Світове співтовариство (128 країн, включаючи і Україну) 23.05.2001 р. підписати в Стокгольмі (Швеція) Конвенцію про стійкі органічні забруднювачі (СОЗ), («чорну дюжину»), включивши туди 12 особливо токсичних речовин. Конвенція мала за мету «охорону здоров'я людини та



навколишнього середовища від стійких органічних забруднювачів» і була спрямована на скорочення використання, заборону та подальшу ліквідацію цих речовин. Верховна Рада України в квітні 2007 р. прийняла закон «Про ратифікацію Стокгольмської конвенції про стійкі органічні забруднювачі».

Проте, якщо в інших країнах виконання Стокгольмських домовленостей контролюється, то в Україні кожен фермер на власний розсуд обирає засіб та його кількість для боротьби зі шкідниками.

Для того, щоб зрозуміти всю жахливість ситуації з викидами шкідливих хімічних сполук, яка складається в світі, достатньо навести приклад України.

У 2012 р. у розрахунку на одну особу викинуто в атмосферу 150 кг забруднюючих речовин, 5,1 т діоксиду вуглецю, який відноситься до парникових газів, скинуто 33 м<sup>3</sup> забруднених зворотних вод, утворено 9,9 т відходів, у тому числі 30,0 кг відходів I – III класів небезпеки.

У цілому, протягом року в Україні утворилося 450,7 млн т відходів, що на 0,7 % більше порівняно з попереднім, у т.ч. від економічної діяльності підприємств та організацій, які отримали дозволи на утворення відходів, – 442,7 млн т (на 0,1 % більше), у домогосподарствах – 8,0 млн т (на 53,9 % більше). Із загального обсягу утворених відходів 449,3 млн т становили відходи IV класу небезпеки, 1,0 млн т – III класу небезпеки, 357,3 тис. т – II класу небезпеки, 3,2 тис. т – I класу небезпеки.

Протягом року в атмосферу надійшло 6,8 млн т забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел забруднення. У сумарній кількості забруднюючих речовин викиди метану та оксиду азоту, які належать до парникових газів, становили відповідно 894,9 та 14,6 тис. т. Крім цих речовин стаціонарними і пересувними джерелами було викинуто 232,0 млн т діоксиду вуглецю, який також впливає на зміну клімату. Близько 64 % небезпечних речовин, що потрапили в повітря, припало на стаціонарні джерела забруднення промислових підприємств: від них в атмосферу надійшло 4,3 млн т забруднюючих речовин. Щільність викидів від стаціонарних джерел

забруднення в розрахунку на 1 км<sup>2</sup> території країни склала 7,2 т небезпечних речовин, а на одну особу – 95,1 кг.

Протягом року у водойми скинуто 1,5 млрд м<sup>3</sup> забруднених стоків. При цьому частка забруднених зворотних вод у загальному водовідведенні становила 19 %. У водойми потрапило 81% (1,2 млрд м<sup>3</sup>) недостатньо очищених на очисних спорудах зворотних вод. Решта (0,3 млрд м<sup>3</sup>) – надійшла у водойми без будь-якого очищення [4].

Нагадаємо, що екологічна катастрофа сталася на території Баранівського району. Річки Случ та Хомора забруднені настільки, що в них загинуло усе живе.

У зразках риби встановили перевищення рівня рН, масової частки свинцю, кількості завислих речовин, амонійного азоту та нітратів.

Наведені вище факти ставлять під сумнів здобутки хімії, адже широке використання небезпечних хімічних речовин поступово руйнує світову екосистему. Зникають сотні різновидів тварин, комах та рослин, помирають тисячі людей.

1. *Артем'єв С. Р.* Проблема забруднення повітря відпрацьованими газами автотранспорту. Варіанти вирішення [Електронний ресурс] / С. Р. Артем'єв. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова\\_періодика/vestnik/Хімія,%20хімічна%20технологія%20та%20екологія/2010/13/20.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/vestnik/Хімія,%20хімічна%20технологія%20та%20екологія/2010/13/20.pdf).

2. *Землянська О. В.* Сучасні джерела антропогенного забруднення атмосфери [Електронний ресурс] / О. В. Землянська – Режим доступу до ресурсу: <http://op.iee.kpi.ua/2/Untitled10.pdf>.

3. *Зилов Е.А.* Химия окружающей среды: Учебное пособие/ Е.А.Зилов. – Иркутск: Иркут. Ун-т, 2006. – 148 с.

4. *Колєнов М. О.* Сучасний стан охорони довкілля в Україні та результативність державної екологічної політики [Електронний ресурс] / М. О. Колєнов – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kbuapa.kharkov.ua/e-book/apdu/2013-2/doc/2/03.pdf>.

# **ФОСФАТ-ІОНИ У НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

*Шомко О.М., Скиба Г.В.*

Житомирський державний технологічний університет

*olya.shomko@mail.ru*

Вода є необхідною умовою і складовою частиною життя на Землі. Здоров'я та благополуччя людей значною мірою залежить від водних ресурсів. У результаті глобального техногенного впливу на природу вода, як її вагома життєдайна складова, зазнала і зазнає значних змін, що негативно впливають на діяльність та здоров'я людей. За даними Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ), щороку у світі біля 25% населення піддається ризику споживання неякісної питної води, до складу якої входять речовини, що можуть викликати токсичні, мутагенні та канцерогенні ефекти.

Основними проблемами екології, які пов'язані з гідросферою планети, є умови забезпечення населення водою, її якістю та можливості її підвищення. До недавнього часу ці проблеми не стояли так гостро, в зв'язку з відносною чистотою природних джерел водопостачання та їх достатньою кількістю. Але в останні десятиріччя ситуація різко змінилася.

Значна концентрація міського населення, різке збільшення промислових, транспортних, сільськогосподарських, енергетичних та інших антропогенних викидів призвели до порушення якості води, появи в джерелах водопостачання невластивих природному середовищу хімічних, серед яких значне місце посідають фосфати), радіоактивних та біологічних агентів. Найбільше фосфатів у навколишнє середовище надходить із стічними водами та побутовими відходами людини (рисунок 1). Все це робить ефективне водозабезпечення населення провідною проблемою сучасної гігієни. Експертами ВООЗ встановлено, що 80% всіх хвороб в світі пов'язано з незадовільною якістю питної води та порушенням санітарно-гігієнічних та екологічних норм водозабезпечення.

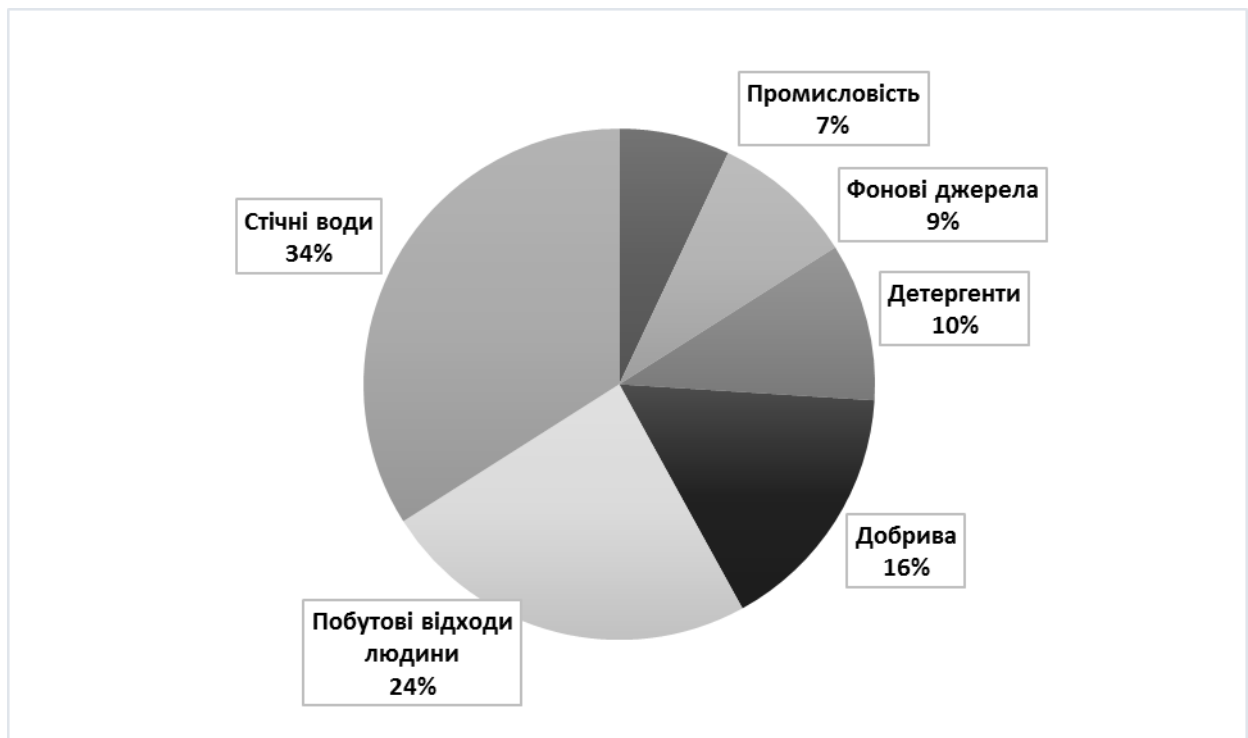


Рис.1 Джерела надходження фосфатів у навколишнє середовище

Фосфор знаходиться у природних і стічних водах переважно у формі фосфат-іонів. Останні класифікують на ортофосфати, конденсовані фосфати (піро-, мета- та інші поліфосфати), а також органічно зв'язані фосфати. Фосфати – це хімічні сполуки різних металів і фосфорної кислоти. Фосфор необхідний для росту організмів і є поживним ресурсом, що визначає первинну продуктивність водойми. У водоймах, де фосфати обмежують продукцію, викид необроблених або забруднених стічних вод, сільськогосподарський стік або води промислових підприємств сприяють росту фотосинтезуючих водних мікро- та макроорганізмів у небажаних кількостях [1].

Слід відмітити подвійну роль сполук фосфору у навколишньому середовищі. З одного боку, вони відіграють визначальну роль в процесі фотосинтезу і є матеріалом, що необхідний для побудови клітин фітопланктону, з іншого – надлишок сполук фосфору призводить до розвитку евтрофікації у водоймах.

Солі ортофосфатної кислоти використовують в промисловості, медицині, сільському господарстві (рисунок 2)

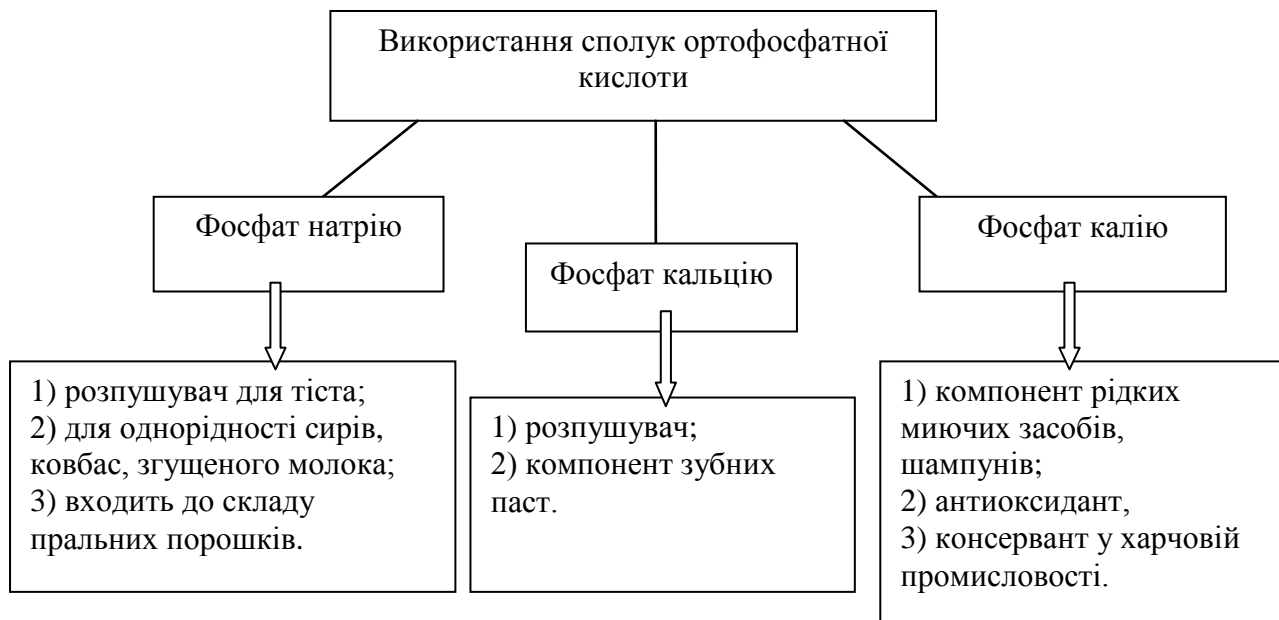


Рис. 2. Застосування фосфатів.

На сьогоднішній день кількість фосфатів у водному середовищі у багатьох випадках перевищує допустимі значення. Для питної води допустимий вміст фосфатів становить 3,5 мг/л [2]. Фосфати по різному впливають на організм людини. При нестачі фосфору в організмі розвиваються захворювання кісток. Надмірне надходження фосфору призводить до розвитку підвищеного вмісту фосфору в крові, що провокує розвиток сечокам'яної хвороби тощо(рисунок 3).

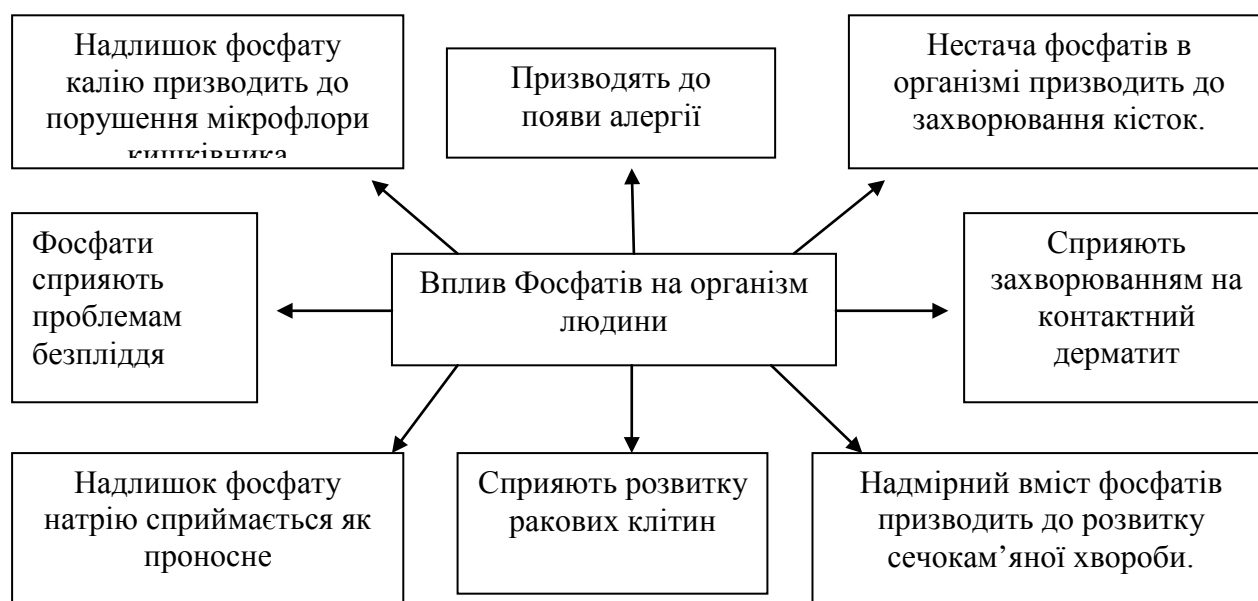


Рис. 3. Вплив фосфатів на організм людини

Велику екологічну небезпеку має забруднення вод детергентами, які покривають поверхню водойм плівкою. Утворення плівки перешкоджає надходженню кисню у воду і виділенню вуглекислого газу із води у повітря протягом тривалого часу [3]. Це робить детергенти отрутою для біоти. У традиційних пральних порошках вміст фосфатів перевищує 40 %. Після прання фосфати важко видаляються з поверхні тканин (особливо з бавовни, вовни і синтетики), залишаються у волокнах, контактують із шкірою і слизовими оболонками людини, накопичуються в організмі, викликають різні патології.

Таким чином, за рахунок підвищеного використання фосфатів у побуті, промисловості, сільському господарстві відбувається посилене підживлення водної системи річок і озер шкідливими викидами. Така «підгодівля» води викликає бурхливе "цвітіння", а потім неминуче "старіння" водойми. Тому, потрібно підвищувати екологічне виховання серед населення, з метою використання у побуті побутової хімії без фосфатів.

1. *Прокопчук О. І., Грубінко В. В.* Фосфати у водних екосистемах. – Тернопіль, :ТНПДУ, 2007. –124 с.
2. Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання". – К.: Міністерство юстиції, 1997, № 136/1940.
3. *Аристархова Е. О., Герасимчук О. Л., Заньковець Н. М., Скиба Г. В., Трускавецька Л. М.* Аналітична хімія та геохімія довкілля : навч.-метод. посібник. – Ж.: ЖДТУ, 2008. – 128с.

### 3. Хімія органічних та високомолекулярних сполук.

#### СИНТЕЗ ТА АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ НОВИХ ПОХІДНИХ 1,3-ІНДАНДІОНУ

*Андрійчук О.В.<sup>1</sup>, Листван К.В.<sup>2</sup>, Листван В.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [listvan@ukr.net](mailto:listvan@ukr.net)

<sup>2</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

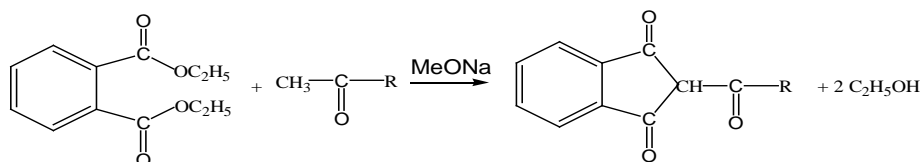
Похідні 1,3-індандіону, що містять різні (алкільні, арильні тощо) замісники у положенні 2, привертають увагу дослідників з огляду не лише на особливості їх будови (зокрема таутомерні перетворення), але, передусім, завдяки своїй високій і різнобічній фізіологічній активності [1-3].

Серед інших індандіонів вагоме місце посідають 2-ацильовані похідні, серед яких виявлено речовини, що мають, зокрема, протипухлинну, спазмолітичну та протизапальну дію.[4,5]

Особливістю 2-ацил-1,3-індандіонів, важливою з огляду на їх можливі подальші перетворення, є наявність кетонної групи, активність якої достатня для взаємодії з гідразинами, гідрازیдами, первинними амінами тощо. Це дозволяє вводити у молекулу нові структурні фрагменти, значно розширюючи спектр потенційної фізіологічної активності отримуваних при цьому сполук.

Хоча вивченню біологічної дії 2-ациліндандіонів присвячено низку друкованих праць, інформація про дослідження їх антиоксидантної дії практично відсутня. Нами було здійснено синтез та вивчено антиоксидантну активність низки нових і вже одержуваних раніше [6] 2-ацил-1,3-індандіонів та їх похідних – семікарбазонів та тіосемікарбазонів, а також деяких гідразонів.

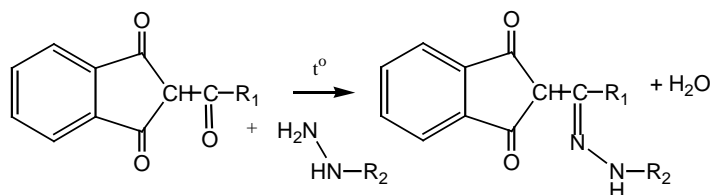
2-Ацил-1,3-індандіони були синтезовані нами за відомим методом [1], що полягає на кляйзенівській конденсації діетилфталату з відповідними метил



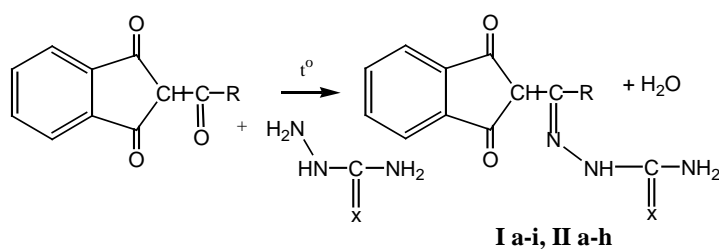
алкіл- або метил арилкетонами:

Реакція проводилась у присутності еквімольної кількості свіжоотриманого натрій метилату. Спроба застосування готових алкоголятів призвела до значного зниження виходу продукту реакції.

Як було показано раніше [6], отримані 2-ацил-1,3-індандіони досить легко реагують при нагріванні у спиртовому розчині з гідразинами та гідразидами з утворенням відповідних гідразонів.



Взаємодія з семікарбазидом та тіосемікарбазидом відбувається аналогічно. Нами отримано низку семі- та тіосемікарбазонів – похідних нових та отриманих раніше 2-ацил-1,3-індандіонів. Реакція проводилась в 1-пропанолі і вимагала нагрівання протягом 5-30 хвилин, залежно від вихідного індандіону.



де X = O (I), S (II); R = -CH<sub>3</sub> (a), -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (b), -CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (c), 2-тієніл- (d), p-CH<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>- (e), p-Br-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>- (f), p-NO<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>- (g), p-CH<sub>3</sub>O-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>- (h), p-Cl-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>- (i)

Продукти реакції – забарвлені кристалічні сполуки, слабозчинні у нижчих спиртах.

Визначення антиоксидантної активності досліджуваних речовин проводили методом DPPH, котрий демонструє загальну антирадикальну активність.

Розчини досліджуваної речовини додавали до розчину стабільного радикалу 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразилу (DPPH) – речовини, що має пурпурно-синє забарвлення. За зниженням інтенсивності забарвлення, що пропорційна концентрації вільного радикалу, визначали радикал-поглинаючу активність



досліджуваної сполуки. Реакцію проводили у 96-лункових мікропланшетах, застосовуючи метод послідовного розведення досліджуваної речовини. Реакційну суміш витримували при кімнатній температурі в темряві протягом 30 хв, після чого вимірювали оптичну густину суміші при довжині хвилі 550 нм.

Кількісно поглинання вільного радикалу виражали як відсоток інгібування і обчислювали за формулою:

$$A(k) - A(e) / A(k) * 100,$$

де  $A(k)$  – оптична густина контрольного розчину,  $A(e)$  – оптична густина розчину досліджуваного екстракту.

Значення концентрацій, при яких відбувалось 50%-ве інгібування забарвлення вільного радикалу ( $EC_{50}$ ) досліджуваних речовин, мкг/мл:

Семікарбазони		Тіосемікарбазони	
<b>Ia 57</b>	30	<b>IIa 6</b>	$7 \pm 2$
<b>Ib 116</b>	$99 \pm 23$	<b>IIb 97</b>	110
<b>Ic 113</b>	$81 \pm 26$	<b>IIc 123</b>	$13 \pm 5$
<b>Id 115</b>	$376 \pm 113$	<b>IId 122</b>	$22 \pm 12$
<b>Ie 112</b>	$775 \pm 318$	<b>IIe 27</b>	$20 \pm 4$
<b>If 110</b>	> 1000	<b>IIf 120</b>	$45 \pm 14$
<b>Ig 111</b>	$342 \pm 125$	<b>IIg 121</b>	$377 \pm 110$
		<b>IIh 45</b>	$20 \pm 3$
<b>Ii 114</b>	> 1000		

Таким чином, радикал-поглинаюча дія найактивніших з одержаних нами речовин може бути порівняна з активністю визнаних високоактивних антиоксидантів – аскорбінової кислоти та тролоксу (6-гідрокси-2,5,7,8-тетраметилхромо-2-карбонова кислота),  $EC_{50}$  для котрих в DPPH-тесті за різними даними становить 4-22 мкг/мл.

Серед семікарбазонів високою здатністю до поглинання вільних радикалів відзначаються сполуки, що містять алкільний залишок R. Семікарбазони ж з арильними або гетарильними замісниками значної антиоксидантної активності не виявляють.

На противагу семікарбазонам майже всі досліджувані тіосемікарбазони виявляють значну антиоксидантну активність, при цьому залежність активності від алкільної чи арильної природи замісників не простежується.

1. *L.B.Kilgore, J.F.Ford, W.C.Wolfe*. Insecticidal Properties of 1,3-Indandiones.// *Ind.Eng.Chem.* 1942. V.34. № 4. P.494-497.
2. *M.W.Whitehouse, J.E.Leader*. Biochemical properties of anti-inflammatory drugs. IX. Uncoupling of oxidative phosphorylation and inhibition of a thiol enzyme (papain) by some cyclic  $\beta$ -diones and ninhydrin // *Biochem.Pharmacol.* 1967. Vol.16(3). P.537-551.
3. *Л.С.Гейта, К.К.Медне и др.* Изучение ненасыщенных ацилиндандионов. 1.Синтез 2-циннамоилиндандионов и их физиологическое действие. // *Изв.АН Латв.ССР.* 1968. № 3. С.317-323.
4. Пат. 8024128 (1980) Японії // *С.А. Vol.93.* № 114189
5. Пат. 171342 (1986) ЄС // *С.А. Vol.104.* № 109627
6. *Листван В.В., Листван В.М., Авдєєва В.В.* 2-Ациліндандіони як напівпродукти для синтезу нових сполук з потенційною фізіологічною активністю // *Наук. записки Тернопільського держ. пед. університету. Сер. хім.-* 2003.- Вип.7.- С. 10-13.

**БІОСУМІСНІ НАНОКОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ВПС І  
НАНОНАПОВНЮВАЧІВ З ПОВЕРХНЯМИ, МОДИФІКОВАНИМИ БАС:  
ТЕРМОДИНАМІКА ВЗАЄМОДІЇ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ З  
НАПОВНЮВАЧАМИ**

*Бондарук О.М., Карабанова Л. В.*

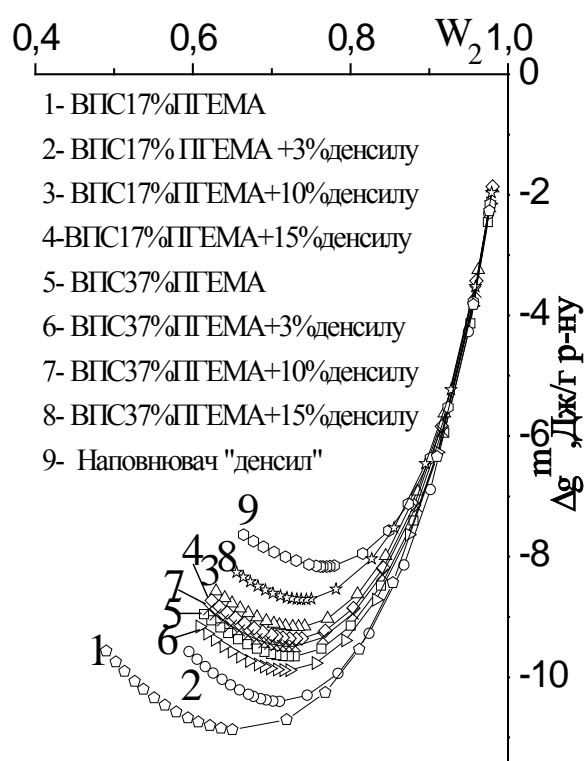
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 02160, Харківське  
шосе 48, Київ-160, Україна; [BondarukOksanaM@i.ua](mailto:BondarukOksanaM@i.ua)

Синтезовані наноккомпозити на основі багатоккомпонентної полімерної матриці, що складається з поліуретану (ПУ), полі(2-гідроксиетилметакри-лату) (ПГЕМА), та наповнювачів на основі кремнезему з механо-активованою поверхнею та з поверхнею, модифікованою амінокислотами: гліцином, триптофаном; солями: нітратом срібла та сульфатом цинку. Наповнювачі в кількості 3-15% вводили в системи на стадії синтезу ПУ [2].

На основі експериментальних даних з дослідження сорбції парів розчинників зразками наноккомпозитів проведена оцінка термодинамічної спорідненості полімерних компонентів, що складають матрицю, до наповнювачів. Основою для розрахунків термодинамічних параметрів взаємодії полімерних компонентів та нанонаповнювачів в наноккомпозитах були експериментальні ізотерми сорбції парів низькомолекулярних розчинників вказаними вище зразками за допомогою вакуумної установки з терезами Мак-Бена з використанням молібденових спіралей [1].

На рис. 1 наведені розраховані значення вільної енергії змішування полімерів та наповнювача з хлористим метиленом  $\Delta g^m$  для напів-ВПС, для наноккомпозитів та для наповнювача денсилу. Видно, що спорідненість хлористого метилена до напів-ВПС з 17% ПГЕМА є найвищою. При введенні в полімерну матрицю денсилу спорідненість хлористого метилена до наноккомпозитів зменшується. Спорідненість хлористого метилена до напів-ВПС з 37% ПГЕМА менша в порівнянні з напів-ВПС з 17% ПГЕМА.

Спорідненість хлористого метилену до наноккомпозитів на основі полімерної матриці, що є напів-ВПС з 37% ПГЕМА, зменшується із вмістом наповнювача.



**Рис. 1** - Вільна енергія змішування полімерів та наповнювача з хлористим метиленом  $\Delta g^m$  для наноккомпозитів, що містять денсил

На основі даних, наведених на рис.1, розрахована вільна енергія взаємодії денсилу з полімерною матрицею. Результати розрахунків представлені в табл. 1.

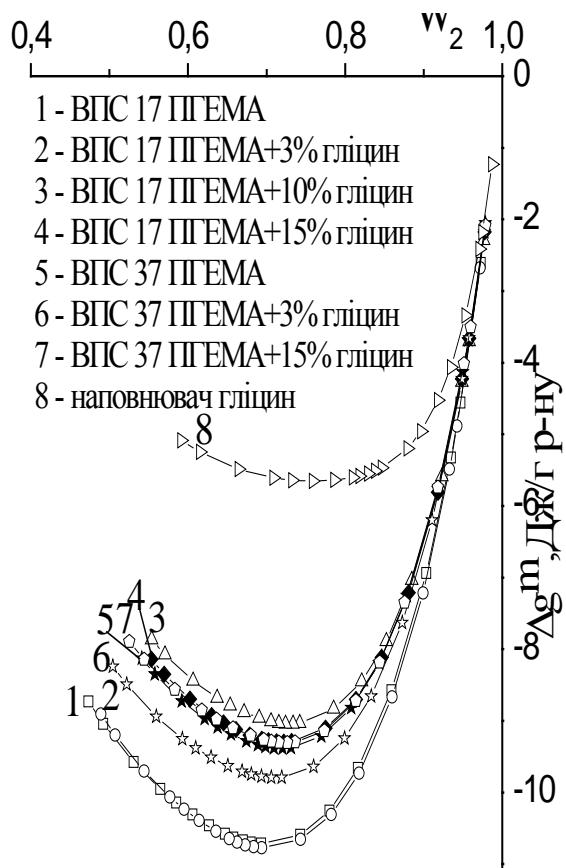
Таблиця 1 - Вільна енергія взаємодії напів-ВПС з нанонаповнювачами  $\Delta G^*_{п-н}$  відносно концентрації останніх

Склад зразка	$\Delta G^*_{п-н}$ для наноккомпозитів з денсилом	$\Delta G^*_{п-н}$ для наноккомпозитів з гліцином	$\Delta G^*_{п-н}$ для наноккомпозитів з триптофаном	$\Delta G^*_{п-н}$ для наноккомпозитів з ZnSO <sub>4</sub>	$\Delta G^*_{п-н}$ для наноккомпозитів з AgNO <sub>3</sub>
Напів-ВПС з 17% ПГЕМА + 3% нап.	-3,16	-0,53	-2.53	-2,01	+2.55
Напів-ВПС з 17% ПГЕМА + 5% нап.	-	-	-	-2,44	+3.41
Напів-ВПС з 17% ПГЕМА + 10% нап.	-5,11	-3.82	-3.17	-3,43	+2.69
Напів-ВПС з 17% ПГЕМА + 15% нап.	-4,92	-2.80	-2.42	-3,39	-
Напів-ВПС з 37% ПГЕМА + 3% нап.	+0,55	+1.39	+0.69	-2,24	-
Напів-ВПС з 37% ПГЕМА + 10% нап.	+0,02	-	-	-1,62	-
Напів-ВПС з 37% ПГЕМА + 15% нап.	-1,54	+0.92	-0.81	-3,69	-

На рис. 2 наведені розраховані значення  $\Delta g^m$  для напів-ВПС, для наноккомпозитів та для наповнювача денсилу з поверхнею, що модифікована амінокислотою гліцин. При введенні в полімерну матрицю наповнювача,

спорідненість хлористого метилену до наноккомпозитів зменшується.

Спорідненість хлористого метилену до напів-ВПС з 37% ПГЕМА менша в

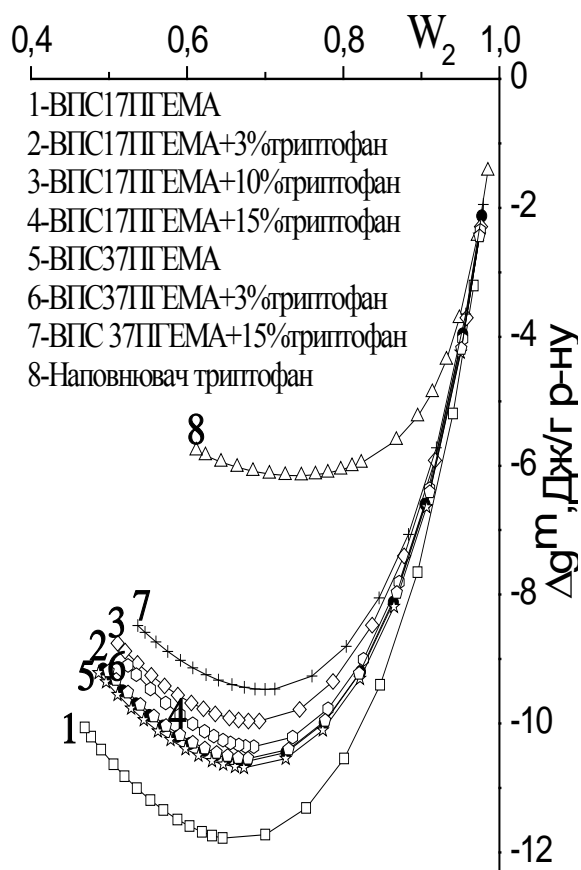


порівнянні з напів-ВПС з 17% ПГЕМА.

Спорідненість хлористого метилену до наноккомпозитів на основі полімерної матриці, що є напів-ВПС з 37% ПГЕМА, зменшується із вмістом наповнювача.

**Рис. 2** - Вільна енергія змішування полімерів та наповнювача з хлористим метиленом  $\Delta g^m$  для наноккомпозитів, що містять денсил, модифікований амінокислотою гліцин

Вільна енергія взаємодії денсилу, модифікованого амінокислотою гліцин, з полімерною матрицею, яка є напів-ВПС з 17% ПГЕМА (таблиця 1), має від'ємне значення для всіх концентрацій наповнювача. При збільшенні вмісту ПГЕМА у напів-ВПС, вільна енергія взаємодії переходить в додатну площину, що є результатом конкуренції двох процесів: формування щільних поверхневих шарів на поверхні наповнювача, та формування міжфазних прошарків з надлишковим вільним об'ємом.

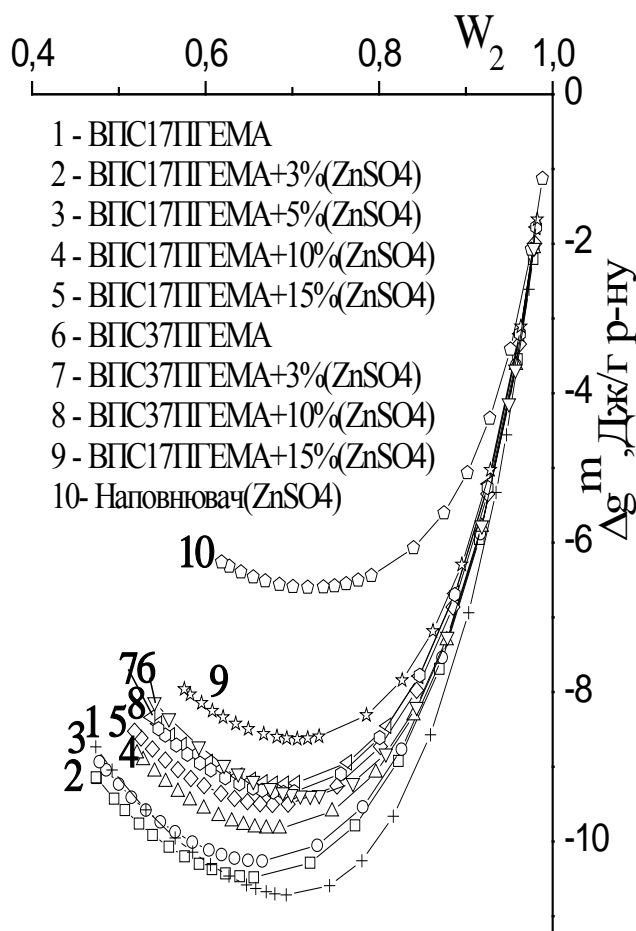


**Рис. 3** - Вільна енергія змішування полімерів та наповнювача з хлористим метиленом  $\Delta g^m$  для наноккомпозитів, що містять денсил, модифікований амінокислотою триптофан

З рис. 3 видно, що при введенні в полімерну матрицю наповнювача,

модифікованого триптофаном, спорідненість хлористого метилену до наноккомпозитів зменшується, як і у випадку денсила. Спорідненість хлористого метилену до напів-ВПС з 37% ПГЕМА менша в порівнянні з напів-ВПС з 17% ПГЕМА. Спорідненість хлористого метилену до наноккомпозитів на основі полімерної матриці, що є напів-ВПС з 37% ПГЕМА, із вмістом наповнювача триптофан менша від напів-ВПС 37% ПГЕМА.

Вільна енергія взаємодії денсилу, модифікованого амінокислотою триптофан, з полімерною матрицею, яка є напів-ВПС з 17% ПГЕМА, має



від'ємне значення для всіх концентрацій наповнювача (таблиця 1). При збільшенні вмісту ПГЕМА у напів-ВПС,  $\Delta G^*_{п-н}$  переходить в додатну площину, так же як у випадку з наповнювачем, модифікованим гліцином.

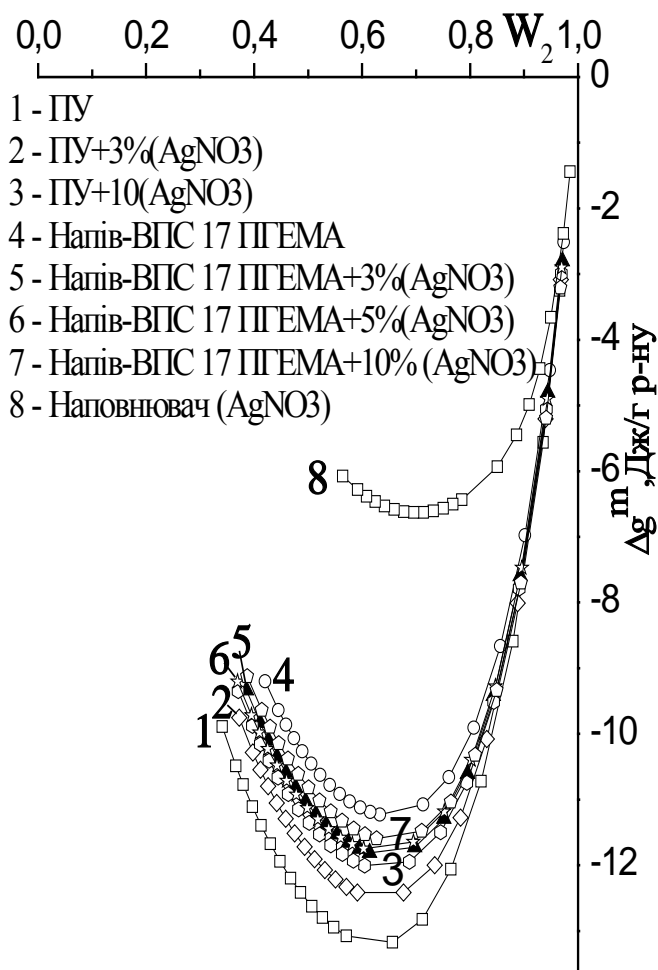
**Рис. 4** - Вільна енергія змішування  $\Delta g^m$  полімерів та наповнювача з хлористим метиленом для наноккомпозитів, що містять денсил, модифікований сульфатом цинку

З рис. 4 видно, що, спорідненість хлористого метилену до напів-ВПС з 17% є найвищою.

При введенні в дану полімерну матрицю наповнювача, модифікованого сульфатом цинку, спорідненість хлористого метилену до наноккомпозитів зменшується. Спорідненість хлористого метилену до напів-ВПС з 37% ПГЕМА менша в порівнянні з напів-ВПС з 17% ПГЕМА.

Вільна енергія взаємодії денсилу, модифікованого сульфатом цинку, з полімерними матрицями, що містять 17% ПГЕМА та 37% ПГЕМА, має від'ємне значення для всіх концентрацій наповнювача (таблиця 1). Це свідчить

про термодинамічну стійкість та стабільність даних нанокompозитів, про високу адгезію полімерних компонентів до наповнювача, що модифікований сульфатом цинку.



**Рис. 5** - Вільна енергія змішування полімерів та наповнювача з хлористим метиленом  $\Delta g^m$  для нанокompозитів, що містять денсил, модифікований нітратом срібла

З рис.5 видно, що спорідненість хлористого метилену до напів-ВПС з 17% ПГЕМА менша в порівнянні з ПУ. Спорідненість хлористого метилену до нанокompозитів на основі полімерної матриці, що є напів-ВПС з 17% ПГЕМА, які містять наповнювач, модифікований нітратом срібла, більша ніж для вихідної матриці.

Вільна енергія взаємодії денсилу, модифікованого нітратом

срібла, з полімерною матрицею, яка є напів-ВПС з 17% ПГЕМА, має додатні значення для всіх досліджених концентрацій наповнювача. Це може свідчити про низьку адгезію полімерних компонентів до поверхні наповнювача, про формування нещільних поверхневих шарів матриці на поверхні наповнювача, модифікованого нітратом срібла.

4. *Карабанова Л.В., Бондарук О.М.* Термодинаміка взаємодій полімер-наповнювач у нанокompозитах на основі поліуретан-поліакрилатної матриці та синтетичних наноалмазів // Укр. хім. журн. – 2012. – 78, № 8. – С. 116–123.

5. *Карабанова Л. В., Гомза Ю.П., Бондарук О.М., Несін С.Д., Воронін Є.П., Носач Л.П.* Нанокompозити на основі поліуретан-полі(2-гідроксиетилметакрилат)ної матриці та наноаповнювача денсилу: термодинаміка взаємодій та особливості мікроструктури // Укр. хім. журн. – 2015. – 81, № 9. – С. 52–59.

# ВПЛИВ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК НА ТЕМПЕРАТУРУ СКЛУВАННЯ ТА МОЛЕКУЛЯРНУ МАСУ МІЖ ВУЗЛАМИ ЗШИВКИ СІТЧАСТИХ ПОЛІУРЕТАНІВ

*Гаголкіна З.О., Лобко Є.В., Кленко В.В.*

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, [GagolkZoya@i.ua](mailto:GagolkZoya@i.ua)

Серед факторів які визначають структуру та властивості наповнених полімерних композитів одними з найважливіших можна назвати тип полімерної матриці, обраний наповнювач, спосіб його введення та умови формування систем. Змінюючи кількість введених наповнювачів, зокрема вуглецевих, можна без зміни хімічної будови полімеру регулювати характеристики отриманих полімерних матеріалів.

Відомо, що введення *in situ* багатошарових вуглецевих нанотрубок (ВНТ) до матриці сітчастих поліуретанів (СПУ) сприяє підвищенню електропровідності до чотирьох порядків у порівнянні з ненаповненими системами. При цьому міцність на розрив отриманих композитів у діапазоні концентрацій наповнювача 0,1-3 % проходить через максимум [1].

Реакційне формування СПУ здійснювали через стадію форполімеру взаємодією олігопропіленгліколю 1000 та толуїлендіізоціанату (співвідношення 1:2). Композити наповнені ВНТ одержували введенням цього наповнювача до реакційної маси СПУ *in situ* на стадії зшивання. Спочатку ВНТ диспергували в розчиннику ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) за допомогою УЗ (22 кГц) протягом 2,5 хв. Після введення дисперсії ВНТ до реакційної маси диспергування проводили ще 2,5 хв. Вводили ВНТ в кількості від 0,1 до 3% мас. Контроль перебігу реакції здійснювали за допомогою ІЧ-спектроскопії.

Вибір полімеризації *in situ*, як способу введення ВНТ до матриці СПУ та використання при цьому розчинника ґрунтується на потребі досягнути оптимального розподілу цього наповнювача у композиті.

Визначення температури склування ( $T_c$ ) зразків проводилося з використанням методу диференційної скануючої калориметрії.



Визначення молекулярної маси між вузлами зшивки ( $M_c$ ) проводили на основі даних, отриманих за допомогою методу динамічного механічного аналізу.

*Таблиця*

**$T_c$  та  $M_c$  вихідного СПУ, СПУ з ВНТ**

№	Системи	$T_c$ , °C	$M_c$
1	СПУ-0	-11	1438
2	СПУ/1% ВНТ	-11	1403
3	СПУ/3% ВНТ	-9	1522

Для систем СПУ/3% ВНТ спостерігається зсув  $T_c$  у бік вищих температур, що пояснюється підвищенням рухливості олігоетерної компоненти СПУ. Це зумовлено тим, що ВНТ у такій кількості створюють стеричні перешкоди між сегментами макромолекул і зменшують можливість останніх до утворення водневих зв'язків. Не можна виключати також можливої взаємодії ВНТ з макромолекулами СПУ за рахунок перекривання  $\pi$ - $\pi$ -орбіталей ВНТ та ароматичних кілець СПУ. Крім того, на поверхні використаних ВНТ знаходиться невелика кількість гідроксильних (0,42 %) та карбоксильних груп (0,2 %), що також впливає на вивільнення гнучких сегментів СПУ.

Встановлено, що при введенні до матриці сітчастих поліуретанів 1% ВНТ значення  $M_c$  має тенденцію до зниження. При введенні найбільшої з досліджуваних концентрації ВНТ (3%) спостерігається підвищення значення  $M_c$  з 1438 до 1522 одиниць. Це можна пояснити тим, що при вищих концентраціях ВНТ здатні формувати скупчення – агрегати, які перешкоджають формуванню полімерної сітки [1].

1. З.О. Гаголкіна, Є.В. Лобко, Ю.В. Яковлев, Е.А. Лисенков, В.В. Кленко Електричні та механічні властивості систем на основі сітчастих поліуретанів, модифікованих багатошаровими вуглецевими нанотрубками // Полімерний журнал. – 2015. – Т. 86, № 2. – С. 157-161.

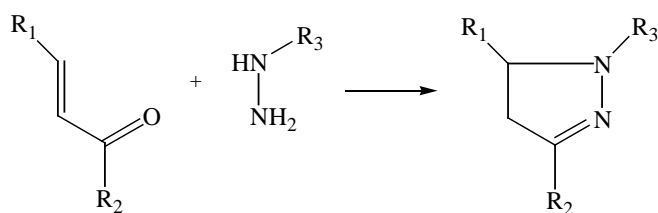
# СИНТЕЗ НОВИХ НЕНАСИЧЕНИХ КЕТОНІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ

*Іванченко Н.О.<sup>1</sup>, Листван В.В.<sup>1</sup>, Матвієнко О.В.<sup>1</sup>, Листван В.М.<sup>1</sup>, Листван К.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, [listvan@ukr.net](mailto:listvan@ukr.net)

<sup>2</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

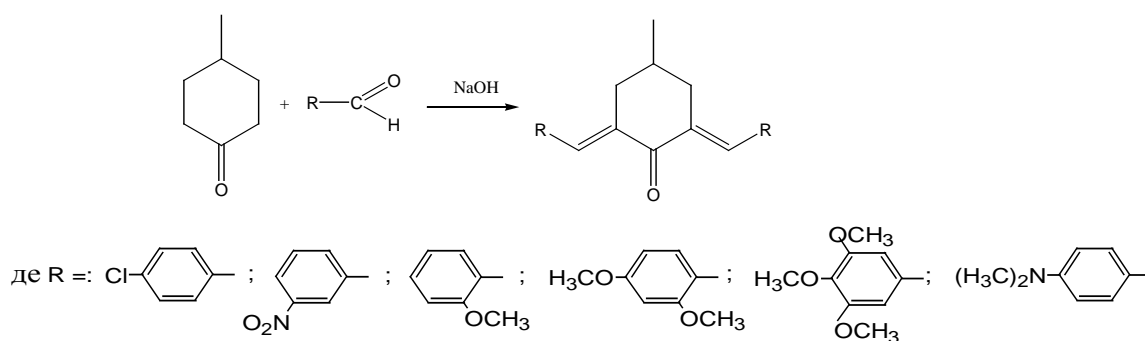
Кетони, що містять подвійний зв'язок у  $\alpha$ -положенні щодо карбоксильної групи, здавна привертають увагу хіміків-органіків, передусім, з огляду на можливість їх застосування в органічному синтезі. Помітну групу серед  $\alpha,\beta$ -ненасичених кетонів становлять, зокрема, халкони (1,3-діарилзаміщені пропенони) [1], молекули яких містять супряжені подвійні зв'язки C=C та C=O. Така особливість будови надає цим сполукам специфічної реакційної здатності [2]. Зокрема, наявність у молекулі двох електрофільних центрів та високополярного зв'язку C=O надає їй досить високої хімічної активності при взаємодії з дипольними реагентами. Так, реакції з похідними гідразину призводять до утворення нітрогенвмісних гетероциклів – заміщених піразолінів, сполук, що мають, зокрема, люмінесцентні властивості, а також різнобічну біологічну активність [3-6].



Ще ширші потенційні синтетичні можливості мають біс- $\alpha,\beta$ -ненасичені кетони типу  $R_1-CH=CH-CO-CH=CH-R_2$ , що містять кон'юговану систему вінільних та карбонільних зв'язків.

Слід відзначити, що в літературних джерелах, присвячених вивченню  $\alpha,\beta$ -ненасичених кетонів, останні розглядаються переважно як напівпродукти для подальших перетворень, зокрема, реакцій гетероциклізації. Натомість досить мало досліджувалась їх власна біологічна активність.

Нами отримано низку біс- $\alpha,\beta$ -ненасичених похідних 4-метилциклогексанону з метою вивчення їх потенційної антиоксидантної активності, а саме здатності зв'язувати вільні радикали. 4-Метилциклогексанон досить легко вступає в реакцію кротонової конденсації з ароматичними альдегідами, відіграючи роль метиленової компоненти. При цьому в реакції беруть участь  $\text{CH}_2$ -групи обох  $\alpha$ -положень щодо кетонної групи. Реакція протікає у спиртовому розчині в присутності луку як каталізатора.



Антирадикальну активність отриманих сполук визначали їх взаємодією з 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилом – інтенсивно забарвленим стабільним вільним радикалом. Зв'язування речовиною вільних радикалів призводить до зниження оптичної густини розчину, що може бути визначене фотометричним методом. Дослідження проводили методом послідовного розведення, порівнюючи оптичну густину досліджуваних розчинів з оптичною густиною контрольних розчинів (без додавання DPPH).

Для всіх досліджуваних речовин концентрація, при якій спостерігалось 50%-не зниження концентрації вільного радикалу, перевищувала 1 мг/мл, що характеризує їх антирадикальну активність як досить невисоку.

Таким чином, досліджені біс- $\alpha,\beta$ -ненасичені похідні 4-метилциклогексанону не продемонстрували суттєвої здатності до зв'язування вільних радикалів, проте деякі ознаки такої активності все ж спостерігались, що дає підстави вважати перспективними подальші дослідження у цьому напрямку, зокрема, серед продуктів конденсації з гетероциклічними альдегідами.

1. *Dhar D.N.* The chemistry of chalcones and related compounds. – N.Y.: A wiley-interscience publication, 1981. – 285 p.
2. *Десенко С.М., Орлов В.Д.* Азагетероциклы на основе ароматических непредельных кетонов. – Харьков: Фолио, 1998. – 148 с.
3. *Ferres H., Hamdam M.S., Jackson W.R.* Addition Reactions of Conjugated Double Bonds. Part III. The Kinetics of Pyrazoline Ring Formation from  $\alpha,\beta$ -Unsaturated Phenylhydrazones. // *J.Chem.Soc. (B).*- 1971.- V.-- P.1892-1898.
4. *Митина В.Г., Кутуля Л.А., Сухоруков А.А.* Проблемы физической органической химии (строение, спектрально-люминесцентные и фотохимические свойства ненасыщенных кетонов и 2-пиразолинов). – Харьков: Изд-во при Харьк. ун-те, 1989.- 152 с.
5. *Sayed G.H., Kjoson H.* Syntheses and Spectroscopic Characterisation of Some New 3,5-Bisaryl-2-pyrazoline Derivatives. II. // *J.Pract.Chem.*- 1980.- Vol.322/- № 5.- P.716-722.
6. *Behr L.C., Fusko R., Jarboe C.H.* Pyrazoles, Pyrazolines, Pyrazolidines, Indazoles and Condensed Rings. – N.Y.: Interscience, 1967.- 888 p.
7. *В.В.Листван.* Синтез нових біс- $\alpha$ ,  $\beta$ -ненасичених похідних 4-метилциклогексанону – напівпродуктів для одержання біологічно активних гетероциклів // *Вісник Житомирського педуніверситету.*- 2004.- Вип. 14.- С.275-277.

## ТЕРПЕНИ І ТЕРПЕНОЇДИ. БОРНЕОЛ ТА ЙОГО ЕСТЕРИ

*Листван В.М., Гергало І.Ю., Листван В.В.*

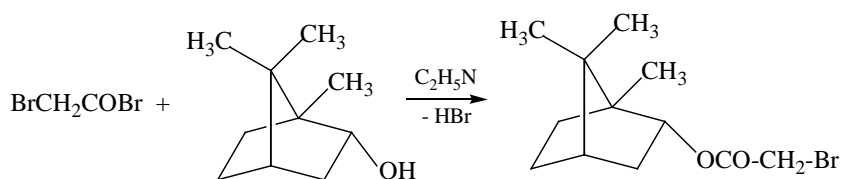
Житомирський державний університет імені Івана Франка, [listvan@ukr.net](mailto:listvan@ukr.net)

Поширеність терпенів і їх оксигеновмісних похідних у живій природі (головним чином, в рослинах) загальновідома. Терпени і терпеноїди є природними органічними сполуками, відіграють певну роль в рослинних організмах, разом з тим багато з них мають виражену біологічну активність і щодо людського організму, залишаючись при цьому до певної міри нешкідливими для нього. Відома низка лікарських препаратів на основі терпенів, зокрема, похідних ментолу, тимолу та ін. [1]. Близький до ментолу є інший аліциклічний спирт (але вже біциклічний) – борнеол. Найвідомішою похідною борнеолу є продукт його окиснення – біциклічний кетон камфора, що має застосування в техніці і медицині, як і її похідні (зокрема, бромкамфора).

Борнеол теж зустрічається в природі у вигляді естерів, особливо борнілацетату, з якого переважно і добувається.

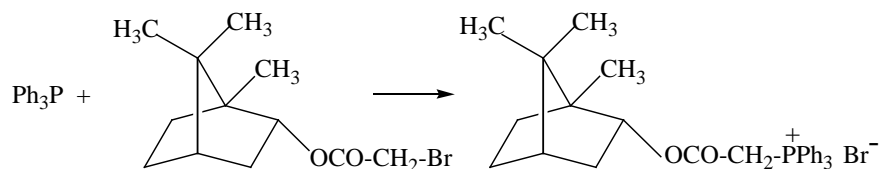
Ми розробили зручний спосіб одержання естерів борнеолу і ненасичених кислот, зокрема кислоти теж природного походження коричної (борнілсукцинату), деяких інших природних ненасичених кислот та їх синтетичних аналогів. Синтез здійснюється через фосфонієву сіль, що містить фрагмент борнеолу, та відповідний алкіліденфосфоран з наступною реакцією Віттіга. Для отримання фосфонієвої солі потрібна борніловмісна галогенопохідна.

Борніловий естер бромоетанової кислоти був отриманий взаємодією бромоацетилброміду з борнеолом.



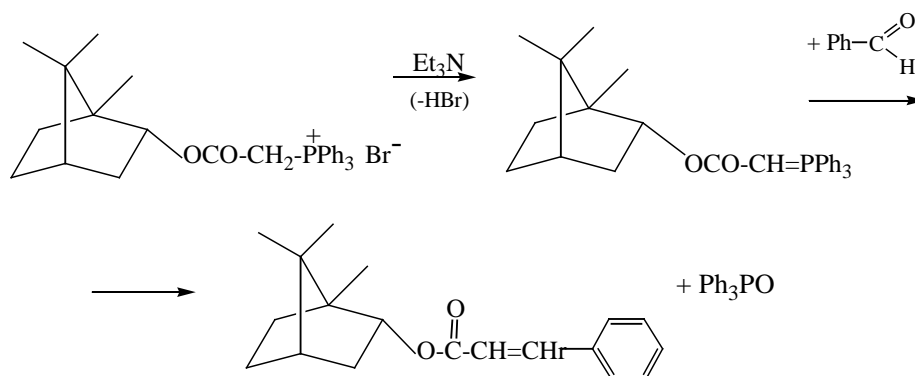
Реакція проводилась у диметилформаміді при охолодженні і у присутності піридину для зв'язування гідрогенброміду. Борнілбromoацетат утворюється у вигляді густої олії.

Далі ми вводили його в реакцію з трифенілфосфіном, отримуючи борнілвмісну фосфонієву сіль:

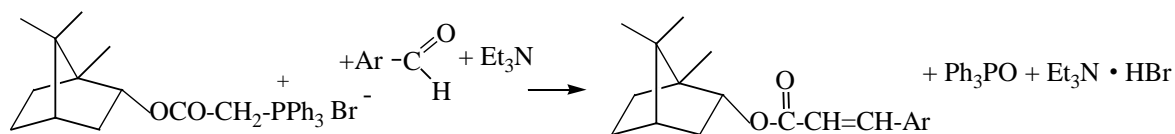


Реакція проводилась у бензені або толуені при кімнатній температурі. Фосфонієва сіль повільно, протягом декількох годин, випадає у вигляді кристалічного осаду (солі не розчинні в неполярних чи малополярних розчинниках). Вона є своєрідним естером борнеолу і може бути використана для синтезу борнілових естерів ненасичених кислот.

Для отримання цих естерів фосфонієву сіль слід перетворити у відповідний алкіліденфосфоран (фосфорілід) дією деяких основ. Зручною основою в даному випадку є триетиламін, який здатний відщеплювати HBr від похідних солей і перетворювати їх сполуки зі зв'язком P=C (фосфорани). У присутності альдегідів далі відбувається реакція Віттіга. При використанні бензальдегіду утворюється борніловий естер коричної кислоти:

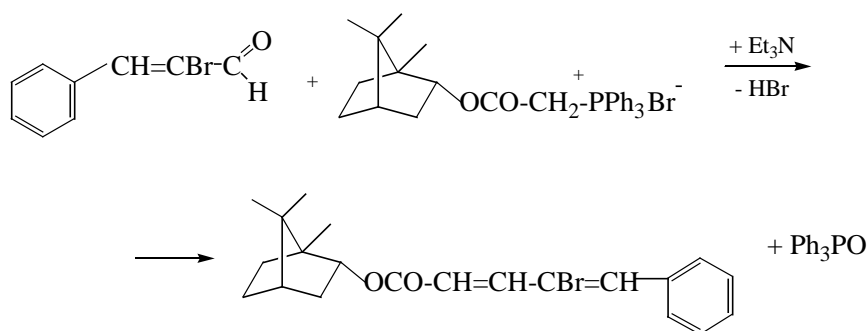


Інші ароматичні альдегіди дають в цих умовах борнілові естери заміщених коричних кислот (природних чи їх синтетичних аналогів). Загальна схема цих перетворень



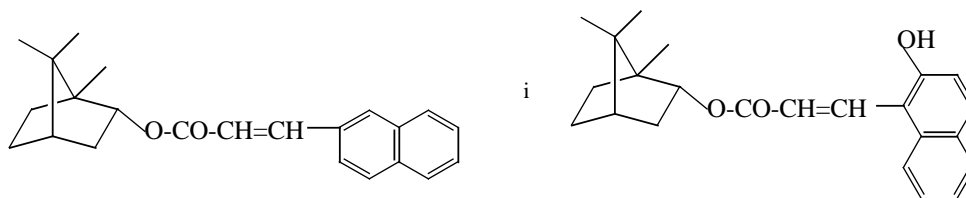
Здійснено синтези на основі низки ароматичних альдегідів бензенового ряду (п-хлоробензальдегід, 2,4-дихлоробензальдегід, м-нітробензальдегід, п-диметиламінобензальдегід, ванілін, а також альдегіди нафталенового ряду: 2-нафтойний та 2-гідрокси-1-нафтойний альдегід.

2-Бромокоричний альдегід в результаті реакції утворює естер ненасиченої кислоти з двома подвійними зв'язками (дієнової):

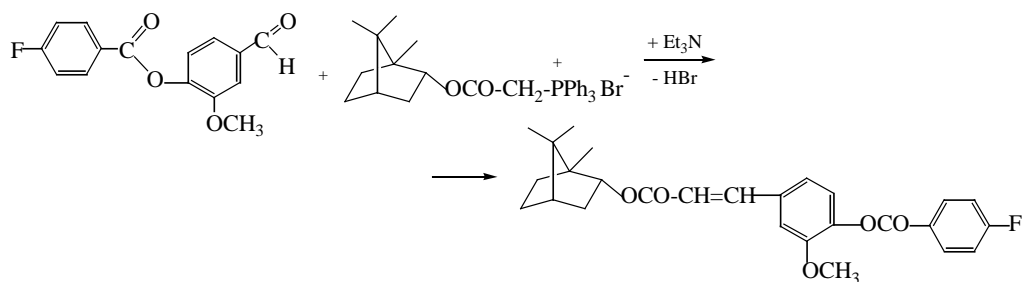


Борніловий естер 4-бromo-5-феніл-2,4-пентадієнової кислоти випадає в осад у вигляді великих безбарвних пластинчастих кристалів з Т.пл. 112-113<sup>0</sup> і легко перекристалізовується з етанолу. Будову речовини підтверджено даними спектроскопії ЯМР.

Нафталенові альдегіди, а саме: 2-нафтойний альдегід і 2-гідрокси-1-нафтойний альдегід дають нафталенові аналоги коричної і кумаринової кислоти відповідно:



Ацилюванням ваніліну п-флуоробензойною кислотою у присутності POCl<sub>3</sub> і піридину ми отримали відповідний ацильований альдегід, з якого далі синтезували ще складніший борніловий естер



В молекулі останньої сполуки містяться фрагменти борнеолу, ваніліну, ферулової кислоти та п-флуоробензойної кислоти і ці фрагменти безумовно будуть мати вплив на біологічну активність сполук.

1. *В.Н.Листван, В.В.Листван, А.В.Малишевская, С.Е.Дейнека.*  
Трифенилфосфониевые соли бензильного типа и их антимикробные свойства.  
//Журнал органічної та фармацевтичної хімії.- 2008.- Т.6, Вип. 4 (24).- С.77-81.



# DPRH-ТЕСТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ

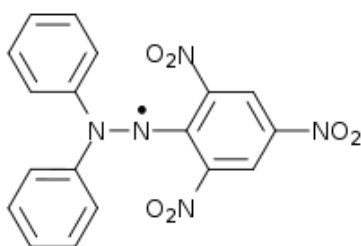
*Листван К.В.<sup>1</sup>, Листван В.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

<sup>2</sup> Житомирський державний університет імені Івана Франка, [listvan@ukr.net](mailto:listvan@ukr.net)

Одним з найважливіших напрямів практичного застосування органічної хімії є синтез сполук, що мають ту чи іншу біологічну активність. Біологічно активні речовини – основа сучасної фармації, потребують їх однак також сільське господарство, ветеринарія, парфумерно-косметична галузь та багато інших. Виявлення більшості видів біологічної активності – антимікробної, протигрибкової, протипухлинної – потребує проведення експерименту на біологічних об'єктах: культурах бактерій, грибів, рослинних та тваринних клітин тощо і можливе лише у спеціалізованих лабораторіях, що вимагає кооперації хіміків – синтетиків з науковими закладами біологічного чи медичного профілю.

Однак деякі види потенційного впливу на живий організм можуть бути виявлені із застосуванням традиційних для хімії методів. До таких належить, зокрема, антиоксидантна активність – тематика, що активно вивчається протягом останніх десятиріч. У сучасній літературі антиоксидантна активність пов'язується, передусім, зі здатністю речовини поглинати вільні радикали. Антирадикальну дію зручно вивчати, застосовуючи стабільні вільні радикали, до яких належить, зокрема, DPHH – 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразил радикал.



DPHH – кристалічна речовина, що має інтенсивне фіолетово-чорне забарвлення, розчиняється лише у органічних розчинниках. В кристалічному вигляді стійкий, в розчинах чутливий до дії світла. Використовується, зокрема,

при вивченні електронного спінового резонансу, оскільки додатковий електрон надає даній речовині парамагнітних властивостей.

Метод DPPH демонструє загальну антирадикальну активність досліджуваної речовини. Принцип методу полягає у вимірюванні інтенсивності забарвлення спиртового розчину даного стабільного радикалу до і після додавання досліджуваної речовини або суміші речовин. Спиртовий розчин DPPH має пурпурно-синє забарвлення, при додаванні нього розчину речовини з радикал-поглинаючою активністю радикал відновлюється. Відновлена форма має світло-жовте забарвлення, відповідно інтенсивність забарвлення розчину зменшується пропорційно до зменшення концентрації вільного радикалу. Оптична густина розчину вимірюється спектрофотометрично, при довжинах хвиль від 500 до 550 нм, оскільки саме при таких довжинах хвиль різниця в поглинанні світла між початковою і відновленою формами DPPH є найбільшою. Порівняння величин оптичної густини контрольного розчину, що містить лише невідновлений радикал, і досліджуваних розчинів дозволяє обчислити відсоток інгібування забарвлення DPPH, на його основі - побудувати графік залежності величин інгібування забарвлення від концентрації досліджуваної речовини. За графіком встановлюється така концентрація речовини, котра викликає 50% інгібування забарвлення вільного радикалу -  $EC_{50}$ . Дана величина є кількісним виразом антиоксидантної активності речовини або суміші речовин (екстракту) і дозволяє порівнювати між собою здатність різних речовин до вловлювання вільних радикалів.

Метод є універсальним і підходить для визначення здатності до поглинання вільних радикалів як чистих речовин, так і екстрактів різного походження.

Ми досліджували взаємодію з DPPH цілої низки синтезованих нами органічних сполук різних класів – фосфонієвих солей, алкіліденфосфоранів, ненасичених та біс-ненасичених кетонів, похідних індандіону тощо. Проведені дослідження та їх результати дозволили зробити висновок про те, що метод є

простим, зручним у використанні і придатним для застосування у більшості наукових закладів хімічного профілю.

1. *Marsden S. Blois*. Antioxidant determination by the use of a stable free radical //Nature, 1958.- Vol.181.- P.1199-1200.
2. *W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier and C. Berset*. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity //LWT - Food Science and Technology, 1995.- Vol.28.- P. 25–30.

# ВПЛИВ ЛАПОНІТУ НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ СІТЧАСТОГО ПОЛІУРЕТАНУ ТА ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК

Максимчук С.В.<sup>1</sup>, Лобко Є.В.<sup>1,2</sup>, Лисенков Е.А.<sup>3</sup>, Гаголкіна З.О.<sup>3</sup>, Кленко В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Києво-Могилянська академія»

<sup>2</sup>Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, [lobko\\_zhenia@i.ua](mailto:lobko_zhenia@i.ua)

<sup>3</sup>Миколаївський національний університет ім. В.О.Сухомлинського

Термостійкість та теплопровідність полімерних покриттів має важливе значення в процесі експлуатації матеріалів. Тому було досліджено теплопровідність композитів на основі сітчастого поліуретану (СПУ) з вуглецевими нанотрубками (ВНТ), а також вплив шаруватого силікату – лапоніту (ЛП) на теплопровідність систем.

Теплопровідність досліджуваних зразків вимірювали методом динамічної калориметрії, використовуючи прилад ИТ-λ-400 (вимірювач теплопровідності), з удосконаленою комірною. Теплопровідність досліджуваних зразків розраховували за формулою  $\lambda = h/R_s$ , де  $\lambda$  – теплопровідність;  $h$  – товщина зразка;  $R_s$  – тепловий опір. Похибка вимірювання складала (4-5) %.

На рис. 1 приведені експериментальні результати коефіцієнта теплопровідності ( $\lambda$ ) композиту СПУ/1% ВНТ (точка) та залежність коефіцієнту теплопровідності для композиту СПУ/1%ВНТ/ЛП від концентрації лапоніту (крива).

З рис. 1 видно, що коефіцієнт теплопровідності композиту СПУ/1% ВНТ становить приблизно 0,4 Вт/(м\*К) (квадратна точка на графіку). При цьому при введенні лапоніту цей показник зменшується більше, ніж у 2,5 рази (крива на графіку).

При концентраціях ВНТ (вище 0,65%) спостерігається формування перколяційного кластеру з нанотрубок в об'ємі СПУ матриці [1]. При зростанні концентрацій ВНТ формують агрегати, по яким відбувається перенос фононів і значення  $\lambda$  при цьому зростають. Проте, додавання лапоніту в систему під час

формування перешкоджає утворенню агрегатів нанотрубок, що викликає зниження значень  $\lambda$  композитів СПУ/1%ВНТ/ЛП.

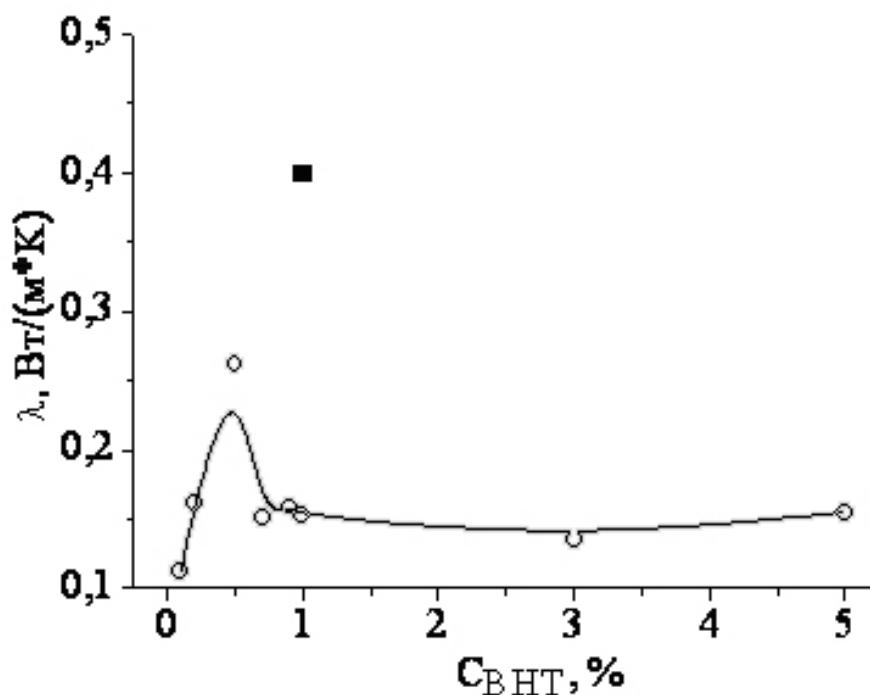


Рис. 1. Залежність коефіцієнту теплопровідності композиту СПУ/1% ВНТ від концентрації лапоніту

Слід також зазначити, що коефіцієнт теплопровідності композитів СПУ/1%ВНТ/ЛП практично не змінюється зі збільшенням концентрації лапоніту.

1. Гаголкіна З.О., Лобко Є.В., Яковлев Ю.В., Лисенков Е.А, Кленко В.В. Електричні та механічні властивості систем на основі сітчастих поліуретанів, модифікованих багатошаровими вуглецевими нанотрубками // Полімерний журнал. – 2015. – Т. 86, № 2. – С. 157-161.

## НОВІ ЛІНІЙНІ ПОЛІУРЕТАНИ НА ОСНОВІ ПРИРОДНО- ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ

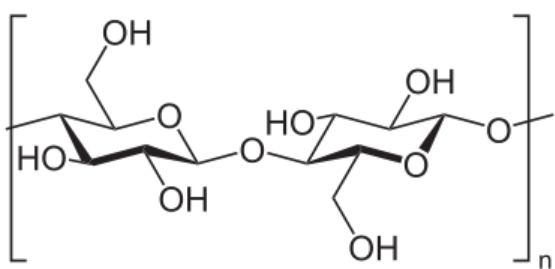
*Марковська Л.А., Ахранович О.Р., Савельєва О.О., Савельєв Ю.В.*

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,

*elena\_akh@ukr.net*

Екологічна свідомість людства - ключовий фактор, що впливає на вибір товарів і продуктів споживання. Очевидно, що це істотно впливає на весь ланцюжок виробничого процесу: від вибору сировини до утилізації відходів [1]. Полімери на основі відновлюваної сировини останнє двадцятиріччя привертають особливу увагу дослідників завдяки двом основним причинам: насамперед це екологічне питання і розуміння того, що нафторесурси не є нескінченими.

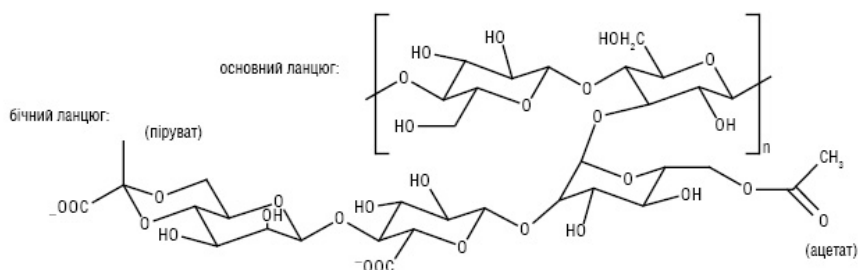
Відомо, що поліуретани займають особливе місце серед великої кількості полімерних матеріалів, яке визначається особливим комплексом властивостей і забезпечує їх широке використання. Тому створення нового покоління саме поліуретанових матеріалів, здатних до розкладання під дією біотичних та абіотичних факторів оточуючого середовища є глобальною проблемою як з точки зору «зеленої хімії» [2] та екології, так і з точки зору фундаментальної науки і проблем сучасного матеріалознавства. Введення до синтетичного полімеру природного компонента уможливорює поєднання необхідних механічних властивостей та, гіпотетично, здатності до деградації [3]. Сьогодні успіхи біотехнології забезпечили широке застосування мікробних полісахаридів, які часто називають біополімерами. Вони знаходять широке застосування в самих різних сферах людської діяльності. Деякі мікробні полісахариди близькі або навіть ідентичні полісахаридам рослин або тварин, але переважна більшість з них мають унікальну структуру, специфічну тільки для даного виду. Найбільшу популярність мають продукти на основі бактеріальної целюлози (БЦ), ксантану (Кс). Бактеріальна целюлоза (БЦ), отримана культивуванням симбіозу оцетокислих бактерій *Acetobacter xylinum* і дріжджів родів *Brettanomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces*,



також відомого як *Medusomyces gisevii* J. Lindau. Продуктами життєдіяльності симбіозу є культуральна рідина і позаклітинний полімер  $\beta$ -1,4-глюкан, який утворюється у вигляді плівки на поверхні

культуральної рідини, ступінь полімеризації 3750-6000.

Ксантан (Кс)- Xanthan gum from *Xanthomonas campestris* (Sigma)



Авторами синтезовані лінійні поліуретани на основі екзополісахаридів: бактерійної целюлози та ксантану. Полімери отримували реакцією взаємодії суміші форполімеру на основі толуїлендіізоціанату та лапролу-1000 і поліізоціанату (10% мас.) з подовженням ланцюга екзополісахаридами за температури 60° С та інтенсивному перемішуванні. Вміст екзополісахаридів в лінійних поліуретанах: 1,32 % мас. нативної БЦ та 9,0; 22,2; 33,3% мас. нативного Кс.

Досліджено структуру нових лінійних ПУ методом ІЧ-спектроскопії. ІЧ-спектри реєстрували на ІЧ-спектрометрі «Tensor-37», фірми «Bruker» з Фур'є перетворенням в області 650 – 4000 см<sup>-1</sup> полімерних плівок – методом порушеного повного внутрішнього відображення на приставці ATR з використанням призми-кристалу алмаза (число відображень N = 1). На рисунках наведені спектри екзополісахаридів БЦ (3) і Кс (4) нативних, а також спектри лінійних ПУ (1, 2) із вмістом Кс і БЦ, відповідно.

На ІЧ-спектрах БЦ і Кс присутні характеристичні смуги поглинання – (3364, 3307 і 3427) см<sup>-1</sup> - валентні коливання груп OH; смуги (2896 і 2921) см<sup>-1</sup> – валентні коливання C-H зв'язків груп CH, відповідно.

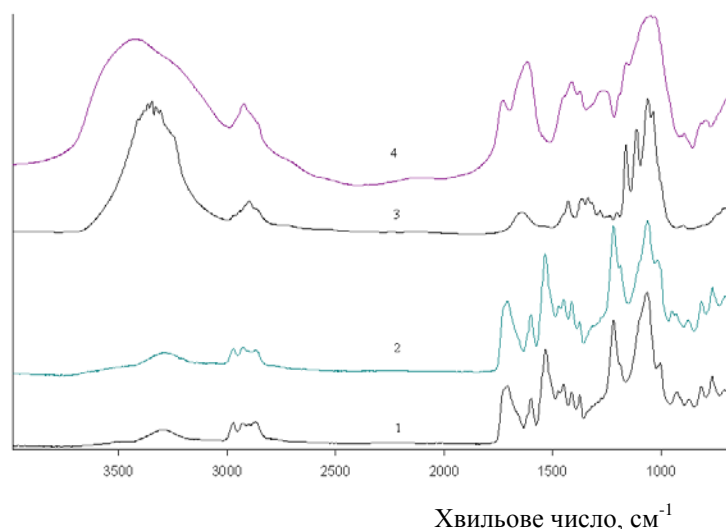


Рисунок - ІЧ-спектри лінійного ПУ/Кс-1, лінійного ПУ/БЦ-2, БЦ-нативної-3, Кс-нативного-4

На ІЧ-спектрах лінійних ПУ з різним вмістом екзополісахаридів відсутні смуги  $(3364-3307 \text{ і } 3427)\text{см}^{-1}$  - валентних коливань груп ОН, що характеризують присуність нативних БЦ і Кс. Відсутня також смуга коливань в області  $(2271-2275)\text{см}^{-1}$ , що належить NCO-групі. Наявність характеристичних смуг, притаманних для ПУ, в області  $(3298 - 3279)\text{см}^{-1}$  - валентні коливання NH-груп, смуг  $(1725-1706)\text{см}^{-1}$  - валентні коливання C=O уретанових груп, а також смуг  $(1640-1599)\text{см}^{-1}$  - валентні коливання C=O сечовинних груп свідчить про те, що реакція між ОН-групами екзополісахаридів і NCO-групами ізоціанатного компоненту пройшла, тобто, введені екзополісахариди БЦ і Кс в синтезованих лінійних ПУ є хімічно зв'язаними.

Дослідження фізико-механічних властивостей лінійних ПУ проводили на плівкових зразках товщиною від 100 до 500 мкм. Плівки формували на тефлонових чашках за кімнатної температури, потім сушили за температури  $60^{\circ}\text{C}$  в вакуумній шафі до постійної маси. Показано, що наявність БЦ в структурі макроланцюга лінійного ПУ навіть в кількості 1,32% мас. приводить до зменшення ( $\sim$  в 2 рази) руйнівної напруги, зменшення еластичності та значного (більше ніж в 2 рази) збільшення паропроникності та вологопоглинання.



Таблиця - Фізико-механічні властивості лінійних ПУ

Зразок ПУ	Руйнівна напруга, МПа	Відносне подовження, $\epsilon$ , %	Паропро- никність, $P_i$ , мг/см <sup>2</sup> год	Волого- поглинання, %
ПУ вихідний	44,0	333	0,6	0,67
ПУ/БЦ-1,32%	21,5	300	1,53	1,4
ПУ/Кс-9,0%	24,7	300	0,58	2,08
ПУ/Кс-22,2%	21,3	310	0,58	4,67
ПУ/Кс-33,3%	14,4	80	0,7	4,2

Цей факт може говорити про здатність таких ПУ до деструктивних процесів. Введення в структуру лінійного ПУ Кс також приводить до зменшення міцності таких полімерів, але в присутності 9,0 % Кс в ПУ міцність його характеризується достатньо високими показниками (24,7 МПа). Збільшення концентрацій Кс в лінійному ПУ призводить до значного погіршення його фізико-механічних властивостей: дещо збільшується паропроникність та значно вологопоглинання, що також може говорити про здатність таких ПУ до деструктивних процесів. Таким чином, отримано нові лінійні ПУ на основі екзополісахаридів. Варіювання природи та вмісту екзополісахаридів дозволить створювати полімерні матеріали з потрібними властивостями. Використання поновлювальної сировини при синтезі поліуретанів сприятиме захисту навколишнього середовища.

Дослідження виконуються у рамках цільової комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України «**Фундаментальні проблеми створення нових речовин і матеріалів хімічного виробництва**» на 2012 – 2016 р.

1. *Gurunathan T., Mohanty Smita, Nayak Sanjay K.* A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing.*-2015.- Vol. 77.- P. 1-25.

2. *Anastas P., Warner J.* Green Chemistry: Theory and Practice. London: Oxford University Press. 1984. 144 p.

3. *Singh B., Sharma N.* Mechanistic implications of plastic degradation / *Polymer Degradation and Stability* - 2008, V. 93, - P. 561-584.

# СВОЙСТВА И СТРУКТУРА МОНТМОРИЛЛОНИТСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТОВ

*Робота Л.П., Пархоменко Н.И., Гончар А.Н., Литвяков В.И.,*

*Савельев Ю.В.*

Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины,

*L49robota@gmail.com*

Создание полимерных материалов с улучшенными физико-механическими и барьерными свойствами, которые могут найти применение в различных областях техники и в медицинской практике, является перспективным направлением химического материаловедения. Использование природных пород с пространственной организацией, включающей наноструктурные элементы - рациональный путь создания полимерных нанокомпозитов. Такими природными слоистыми силикатами являются: монтмориллонит, вермикулит, каолин, сапонин, где размеры неорганических слоев составляют в длину порядка  $\sim 200$  нм, а в толщину 1 нм.

Особый интерес для создания нанокомпозитов представляет органоимодицированный ММТ (о-ММТ). Модифицирование ММТ производится четвертичными длинноцепочечными ( $C_{12}-C_{20}$ ) аммониевыми ионами, обеспечивающими оптимальное расслоение пакетов минерала в органической среде или алкиламмониевыми ионами с реакционноспособными группами, способными реагировать с прекурсорами полимеров [1].

Цель работы состояла в получении, исследовании свойств и структуры полимерных нанокомпозитов, полученных при участии органоимодицированного ММТ, модифицированного одновременно двумя модификаторами: катионоактивным ПАВ гексадецилтриметиламмоний бромидом (ЦТАБом) и трис(гидроксиметил)метанаммоний хлоридом (Тр-ММТ).

Для получения нанокомпозитов использован ММТ черкасского месторождения (обменная емкость 0,6 ммоль/г). Его натриевая форма была

модифицирована путем катионного обмена указанными модификаторами, присутствующими в о-ММТ одновременно в равных (0,3 ммоль/г) количествах. о-ММТ был отфильтрован, промыт водой, абсолютным ацетоном и высушен до постоянного веса при 60-65°C в вакуум-сушильном шкафу с последующим измельчением в агатовой ступке. Методом термогравиметрии и ИК-спектроскопии подтверждено модифицирование ММТ (содержание органической составляющей равно 12,16%). Исходя из обменной емкости  $\text{Na}^+$ -ММТ, теоретическое содержание Тр-ММТ в о-ММТ составляло 3,63%.

Объектами исследования служили о-ММТ-содержащие пленкообразующие наноккомпозиты на основе прекурсоров (полиокситетраметилэгликоля ММ 1000 и 4,4'-дифенилметандиизоцианата,  $\text{NCO}/\text{OH}=2$ ). Получены 28-30% диметилформамидные растворы полимеров, содержащие 1,5; 4; 8 и 16% о-ММТ. Состав таких композитов обозначен как К-1,5(4; 8; 16). Аналогично получены также диметилформамидные растворы композитов с 1,5; 4; 8 и 16% о-ММТ в присутствии модификаторов - хлорида цинка (0,1% мас.) и его ацетилацетоната (3% мас) с целью придания наноккомпозитам биологической активности [2]. Состав таких композитов обозначен: К-1,5(4; 10)/Zn-м. Состав и структура полученных композитов исследованы с помощью ИК-спектроскопии (спектрометр TENSOR 37

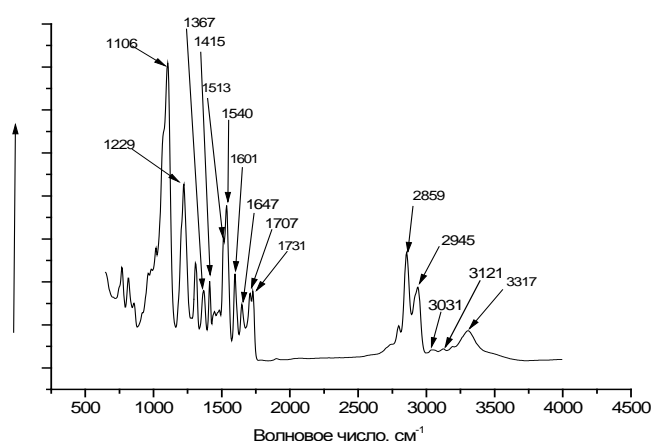


Рис. 1. ИК-спектр поверхности ПУ- 4.

«BRUKER»). Широкая слабая полоса поглощения  $3031\text{cm}^{-1}$  свидетельствует о присутствии первичной аммониевой соли  $\text{RNH}_3^+$  в составе композита, являющейся следствием модифицирования ММТ

трис(гидроксиметил)метан аммоний хлоридом. Полоса

поглощения в области  $1647\text{cm}^{-1}$  соответствует амидному карбонилу, что свидетельствует об участии гигроскопической влаги о-ММТ в процессе

удлинения изоцианатного прекурсора. Определено относительное количественное содержание уретановых и мочевиновых групп в составе полученных материалов путем разложения ИК-спектра на составные пики интегральная интенсивность которых использована для количественного анализа содержания фрагментов в составе полимера. Соотношение в составе исследуемого композита мочевиновых и уретановых фрагментов составляет 1 : 2,12 (32% мочевиновых и 68% уретановых фрагментов), что свидетельствует об участии в реакции гигроскопической влаги о-ММТ.

Сравнительное исследование ИК-спектров К-4 и К-4/Zn-м свидетельствует о более активном участии амидных карбонилы мочевиновых групп по сравнению с уретановыми карбонилами в процессах координирования с катионами цинка, сопровождающемся увеличением доли неассоциированных уретановых карбонилы. Свойства полученных композитов представлены в табл. 1

Таблица 1. Физико-механические свойства композитов, содержащих о-ММТ (% мас).

Состав композита	$\sigma$ , МПа	$\epsilon$ , %	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Паропроницаемость, мг/см <sup>2</sup> ч	Влагопоглощение, %	Водопоглощение, 24 ч, %
К -1,5	41,8	342	1,12	1,38	2,25	0,3
К - 4	56,0	470	1,15	0,5	1,23	0,78
К - 4/Zn-м	50,0	460	1,19	0,82	1,27	0,87
К - 8	51,6	445	1,32	0,64	1,69	2,41
К - 8/Zn-м	48,0	400	1,39	0,91	1,75	2,63
К - 16	41,9	450	1,57	1,43	1,24	1,8
К - 16/Zn-м	40,0	423	1,16	2,57	1,37	2,25

Методом широкоугольной рентгенографии проведены сравнительные исследования о-ММТ и нанокомпозитов: К-4 (содержащего 4% мас. о-ММТ), К-4/Zn-м (модифицированного соединениями цинка К-4) и К-16 (содержащего 16% мас. о-ММТ).

Рентгеновская дифрактограмма о-ММТ (рис. 2) свидетельствует о его высококристаллической структуре, а дифракционный максимум с угловым

положением  $2\theta_{\max}=5,47^\circ$  в соответствии с [3], является результатом дифракции рентгеновских лучей системой базисных атомных плоскостей кристаллической решетки монтмориллонита, которые имеют индексы Миллера (001). Среднее брегговское расстояние  $d$  между молекулярными слоями (базальными кристаллическими плоскостями) составляет 1,15 нм ( $d_{001}=1,15\text{ нм}$ ). Согласно уравнению Шеррера [4] при использовании полуширины дифракционного максимума при  $2\theta_{\max}=5,47^\circ$  определен эффективный размер ( $L$ ) кристаллитов о-ММТ, равный  $\approx 5,5$  нм. Интерференционные эффекты в

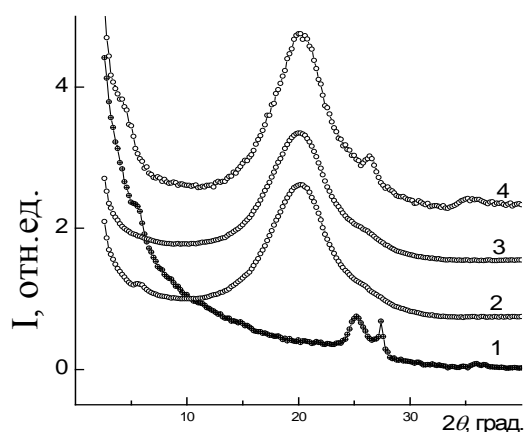


Рис. 2. Широкоугольные рентгеновские дифрактограммы: о-ММТ(1), К-4(2), К-4/Зn-м (3), К-16 (4).

интервале углов рассеивания рентгеновских лучей ( $2\theta$ ) от  $8,7^\circ$  до  $16,0^\circ$ , вероятно, обусловлены модификаторами о-ММТ. Мультиплетные дифракционные максимумы в области углов рассеивания ( $2\theta$ ) от  $23^\circ$  до  $28^\circ$  и от  $33^\circ$  до  $38^\circ$  свидетельствуют о кристаллической структуре о-ММТ. Наличие 4 мас.% о-ММТ в объеме композита способствует появлению на дифрактограмме дифракционного максимума при

$2\theta_{\max}=5,47^\circ$ , который характеризует слоистую кристаллическую структуру о-ММТ, а аморфное галло при  $2\theta_{\max}\approx 20,15^\circ$ , свидетельствует об аморфной структуре полиуретановой матрицы.

Наличие в композите кроме 4% о-ММТ соединений цинка (кривая 3) вызывает исчезновение дифракционного максимума при  $2\theta_{\max}=5,47^\circ$ , что свидетельствует об эксфолиации о-ММТ. Сохраняется аморфное галло полиуретановой матрицы при  $2\theta_{\max}\approx 20,15$ . Галло при  $2\theta_{\max}\approx 24,2^\circ$  свидетельствует о кристаллической структуре о-ММТ (кривая 3), что может быть следствием образования как донорно–акцепторных комплексов при участии о-ММТ, катионов  $\text{Zn}^{2+}$  и полярных фрагментов полимерной матрицы, так и формирования полимер–металлических комплексов при

участии  $\text{Zn}(\text{acac})_2$ , что подтверждено сравнительными ИК-спектроскопическими исследованиями К-4 и К-4/Zn-м.

На дифрактограмме К-16 присутствует слабый дифракционный максимум при  $2\theta_{\text{max}} \approx 4,2^\circ$ , свидетельствующий об образовании интеркаляционной системы. При этом бреговское расстояние между кристаллическими плоскостями слоистого алюмосиликата возросло до 2,1 нм ( $d_{001} = 2,1 \text{ нм}$ ), по сравнению с  $d_{001} = 1,15 \text{ нм}$  в объеме о-ММТ. Аморфное галло ( $2\theta_{\text{max}} \approx 20,1^\circ$ ) характеризует аморфную структуру полиуретановой матрицы, мультиплетные максимумы в области  $2\theta$  от  $23^\circ$  до  $28^\circ$  и от  $33^\circ$  до  $38^\circ$  присущи кристаллической структуре о-ММТ.

Таким образом, получены ММТ-содержащие пленкообразующие композиты, где ММТ органофилизирован двумя модификаторами: катионоактивным ПАВ - гексадецилтриметиламмоний бромидом и трис(гидроксиметил)аминометан хлоридом. Структура полученных материалов подтверждена ИК-спектроскопическими и рентгенографическими исследованиями. Их модифицирование соединениями цинка сопровождается перераспределением системы водородных связей в композите и взаимодействием катионов цинка с полимерной цепью, что способствует эксфолиации о-ММТ.

1. Swelling behavior of montmorillonite cation exchanged for  $\gamma$ -amine acid by 1-caprolactam / *Usuki A., Kawasumi M., Kojima Y. J. [et al.] / Mater. Res. – 1993. – Vol. 8. – P. 1174–1182.*

2. Биодетериорация и фунгистатичность полиуретанов, модифицированных соединениями металлов / *Л.П.Робота, Ю.В.Савельев, Н.А.Кузьмак и др.. / Полімерний журнал. -2005.- №3. – С. 186-194.*

3. *Kim D.S., Lee K.M. Mechanical properties and structures of dicyanate–clay nanocomposites // J. Appl. Polym. Sci. – 2003. – Vol. 90, N 10 – P. 2629-2633.*

4. *Гринье А. Рентгенография кристаллов. Теория и практика. М: Физматгиз, 1961. – 604 с.*

# КАРБОКСИЛАТНІ ПРОТОННІ ОЛІГОМЕРНІ ГІПЕРРОЗГАЛУЖЕНІ ЙОННІ РІДИНИ ДЛЯ ЙОНПРОВІДНИХ СЕРЕДОВИЩ

*Собко О.О., Стрюцький О.В., Гуменна М.А., Яковлев Ю.В., Фоменко А.О.*

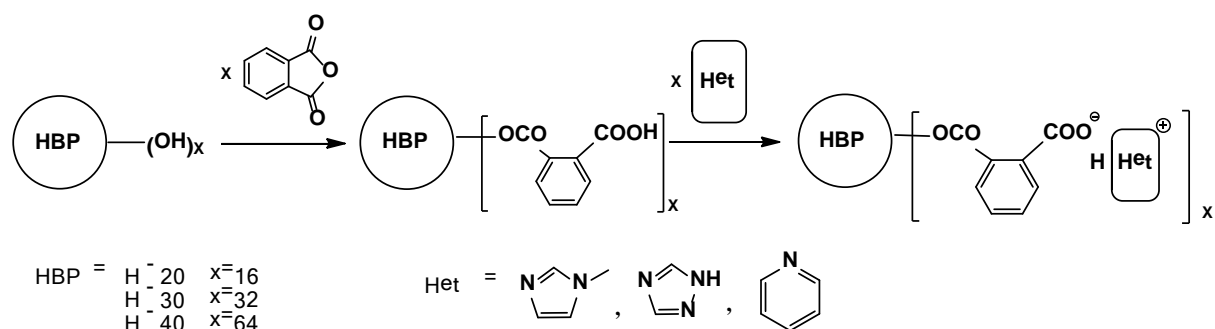
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, [lgsobko@meta.ua](mailto:lgsobko@meta.ua)

Олігомерні йонні рідини (OIP) займають проміжний стан за величиною молекулярної маси між мономерними йонними рідинами (IP) та полімерними аналогами IP (ППР), і розглядаються як окремий стан високомолекулярних сполук [1], залишаючи можливість зберігати рідкий стан в широкому діапазоні температур, на відміну від ППР [2, 3]. Вони можуть бути використані як йонпровідні середовища при створенні електрохімічних пристроїв, таких як літєві джерела струму, паливні елементи, органічні сонячні елементи сенсифіковані барвниками, оптоелектронні пристрої, суперконденсатори, електромеханічні приводи тощо.

Перспективною в цьому напрямку видається розробка методів синтезу OIP гіперрозгалуженої будови, що характеризуються високорозгалуженою глобулярною структурою, що дозволяє отримати високу щільність йонних груп на поверхні молекули при відносно малій молекулярній масі [2, 4]. Також дані сполуки характеризуються рядом унікальних властивостей притаманних олігомерам гіперрозгалуженої будови, а саме відсутність міжмолекулярного зчеплення, покращена розчинність, низька в'язкість розчинів і розплавів, вища термостійкість в порівнянні з лінійними аналогами, здатність утворювати комплекси типу гість-хазяїн тощо, що забезпечує широкі можливості їх подальшої модифікації з перспективою використання в різних високотехнологічних областях.

В даному дослідженні запропонований синтез перших представників карбоксилатних аніоноактивних протонних OIP гіперрозгалуженої будови з N-метилімідазолієвими, триазолієвими та піридинієвими катіонами, на основі аліфатичних поліестерполіолів Boltorn® трьох генерацій (Н-20, Н-30, Н-40), що мають відповідно 16, 32 та 64 кінцеві гідроксильні групи. Синтез даних сполук

ґрунтується на повному ацилюванні вищевказаних поліестерполіолів фталевим ангідридом з наступною нейтралізацією отриманих олігомерних кислот N-метилімідазолом, 1,2,4-1Н-триазолом і піридином.



Синтезовані ОІР охарактеризовані методами ІЧ і  $^1\text{H}$  ЯМР-спектроскопії. Вони є твердими низькоплавкими речовинами з температурами переходу у в'язкотекучий стан в інтервалі температур 40-60°C, розчинними в полярних органічних розчинниках. Синтезовані ОІР є термостабільним до 150-180°C.

Методом діелектричної релаксаційної спектроскопії встановлено, що протонна провідність даних сполук лежить в межах  $10^{-5}$ - $10^{-4}$  См/см при 100-120°C в безводних умовах. Показано, що величини провідності досліджуваних ОІР визначаються номером генерації (відповідно і значенням x) використаних в синтезі поліестерполіолів (зі збільшенням кількості йонорідинних груп спостерігається підвищення провідності).

1. Межиковский С. М., Аринштейн А. Э., Дебердеев Р. Я. Олигомерное состояние вещества // М.: Наука; 2005.
2. Xu W., Ledin P. A., Shevchenko V. V., Tsukruk V. V. Architecture, Assembly, and Emerging Applications of Branched Functional Polyelectrolytes and Poly(ionic liquid)s // ACS Appl. Mater. Interfaces. - 2015. - **7**, №23: P. 12570–12596.
3. Shevchenko V. V., Stryutsky A. V., Klymenko N. S., et al. Protic and aprotic anionic oligomeric ionic liquids // Polymer. - 2014. - **55**, №16: P. 3349–3359.
4. Peleshanko S., Tsukruk V. V. Assembling hyperbranched polymeric // J. Polym. Sci. Part B Polym. Phys. - 2012. - **50**, №2: P. 83–100.



## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ИОНОМЕРНЫХ КСАНТАНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИУРЕТАНОВ

*Травинская Т. В., Брыкова А.Н., Савельев Ю. В.*

Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины,

*travinskaya-tamara@rambler.ru*

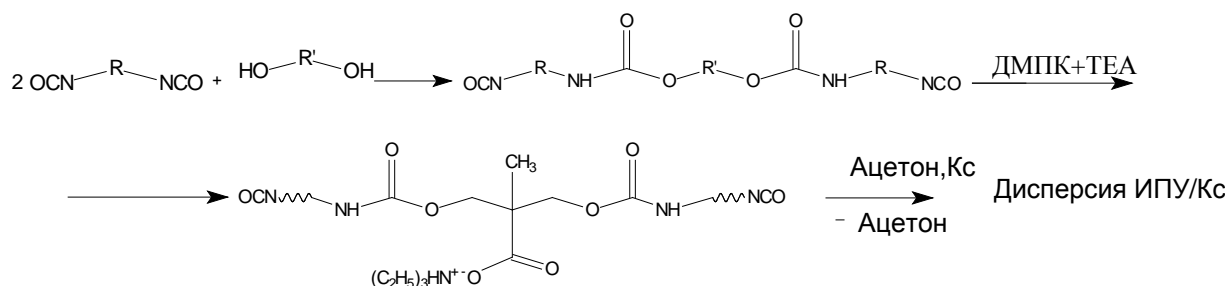
В последние годы все большее значение приобретают смеси природных и синтетических полимеров, поскольку материалы на их основе сочетают свойства синтетического компонента и способность к биodeградации за счет присутствия в системе природного биоразлагаемого компонента [1]. Это становится все более актуальным, как в связи с ожидаемым дефицитом нефти и природного газа, так и с необходимостью снижения экологических рисков. Однако композиции, полученные путем механического совмещения компонентов, на самом деле условно (био)деградируемы, поскольку в большинстве случаев разлагается только природный компонент, что чаще всего является следствием отсутствия взаимодействия между компонентами системы.

Очевидно, что введение природных соединений именно в состав цепи полимера способствует повышению способности к (био)деградации. Полимерные материалы, полученные на основе иономерных полиуретанов (ИПУ) и экзополисахаридов (ЭПС), попадая в окружающую среду, подвергаются постепенному биоразрушению под влиянием микроорганизмов.

Цель данной работы - создание новых деградирующих в условиях окружающей среды ИПУ на основе природного экзополисахарида – ксанта́на (Кс), исследование их свойств и способности к деградации путем моделирования процессов, происходящих в окружающей среде.

В качестве объектов исследования синтезировали ксанта́нсодержащие анионоактивные иономерные полиуретаны (ИПУ/Кс) в виде водных дисперсий реакцией изоцианатного прекурсора на основе олигоокситетраметилэтиленгликоля с  $MM=1030$  ( $R'$ ) и гексаметилендиизоцианата ( $R$ ), взятых в мольном соотношении 1:2; соответственно, (время реакции – 2 часа,  $T=80^{\circ}C$ ) с диметилпропионовой кислотой (ДМПК) с последующим удлинением

форполимера Кс различной концентрации (10 %; 15 %; 20%; 25 %; 30 % от сухого остатка). Кс вводили в виде сухого порошка (Sigma , Xantomonas camprestris pv camprestris (ММ 2000000 - 50000000)). Нейтрализацию карбоксильных групп фрагментов ДМПК полученных ИПУ/Кс осуществляли с помощью триэтиламина (ТЭА), затем ИПУ/Кс диспергировали в воде с последующим удалением ацетона. Схема реакции представлена ниже:



где  $\text{R} - n\text{-C}_6\text{H}_{12}$ ;  $\text{R}' - (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n$ ; ДМПК –  $\text{CH}_3\text{C}(\text{CHON})_2\text{COOH}$ ;  
 TEA –  $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ;

Методом обращения фаз были получены пленкообразующие опалесцирующие дисперсии. Объектом сравнения служила дисперсия ИПУ (матрица), полученная аналогичным способом без добавления Кс.

Важно отметить, что при механическом смешении ИПУ и Кс пленкообразующую дисперсию получить не удалось. Смесь расслаивалась в течение 24 часов.

Состав, коллоидно-химические, физико-механические свойства синтезированных ИПУ/Кс дисперсий и плёнок представлены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства водных дисперсий ИПУ/Кс и плёнок на их основе.

Кс, %	$r_{\text{ср}}$ , нм	$\sigma$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$W_{\text{п}}$ , %	$\theta$ , град.	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Потеря веса при гидро- лизе KOH/HCl %	pH грунт а после 6 мес.	Потеря веса, бмес. в рунте, %
-	71	7,3	1470	2,6	68	1,054	0,1/0,22	7,12	3,0
10	272	16,9	75	65	45	1,086	3,3/3,4	6,64	13,0
15	342	17,1	70	150	41	1,111	4,1/4,1	6,51	26,4
20	351	29,0	35	179	38	1,126	4,7/4,6	6,42	38,8
25	592	31,0	15	328	34	1,135	7,7/5,1	6,33	45,3
30	604	36,4	6	405	29	1,185	10,6/11	6,10	67,0

$r_{\text{ср}}$  – средний размер частиц;  $\varepsilon$  – относительное удлинение;  $\sigma$  – прочность на разрыв,  $\theta$  – угол смачивания,  $W_{\text{п}}$  – водопоглощение за 24 часа; pH грунта до проведения опыта составляло 6,82.

Поскольку одними из показателей скорости разложения полимерных материалов под воздействием факторов окружающей среды является степень набухания и сродство к воде компонентов полимерной композиции, полученные пленки ИПУ/Кс исследовали на чувствительность к воде. С увеличением содержания Кс в композициях водопоглощение возрастает, что приводит к уменьшению контактного угла смачивания с 68 до 29 градусов и свидетельствует о повышении гидрофильности материалов (табл.1.).

Значения прочности пленок ИПУ/Кс, в целом, выше в сравнении с ИПУ матрицей. Причем, с увеличением количества Кс прочность увеличивается, а эластичность монотонно уменьшается. Это вызвано тем, что, имея достаточно жесткую разветвленную структуру, Кс, встраиваясь в цепь, приводит к образованию сетчатого полимера. Дополнительные сшивки и приводят к увеличению прочности системы и уменьшению эластичности.

Влияние Кс на деградацию ИПУ изучали по методике, позволяющей моделировать процессы, происходящие в природных условиях [2]. Образцы экспонировали в контейнеры с грунтом средней биологической активности [3] (рН = 6,82; относительная влажность 60%; t = 14–25°C) на срок от 1 до 6 мес. Определение микрофлоры грунта показало присутствие грибов родов *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Скорость деградации контролировали по потере массы инкубированными образцами через определенные промежутки времени.

С увеличением содержания Кс в композициях потеря массы монотонно возрастает. За 6 месяцев она составляет 13-67%, что превышает фактическое содержание Кс в 1,3 – 2,2 раз и указанную характеристику матрицы в 4,3 - 22,3 раз. Полученные данные свидетельствуют о содействии экзополисахарида процессам деструкции ИПУ. Снижение уровня рН грунта в кислую сторону свидетельствует о присутствии в нем органических кислот, выделяемых в процессе жизнедеятельности микроорганизмов (МО), использующих инкубированные образцы в качестве источника питания. Визуальная оценка пленок через 6 мес. инкубирования свидетельствует о достаточно высокой степени поражения ИПУ/Кс клетками МО.

Протекание деструктивных процессов на примере образца ИПУ/30%Кс было подтверждено данными ИК-спектроскопии (рис. 1). На спектре образца после деструкции наблюдается снижение интенсивности полос NH мочевиной группы  $1627\text{ см}^{-1}$  и группы C(O)N  $1537\text{ см}^{-1}$ , а также исчезновение полосы поглощения связи деформационных NH уретановых фрагментов  $1571\text{ см}^{-1}$ , перераспределение интенсивностей полос поглощения свободных от водородного связывания и связанных C = O уретанового фрагмента  $1708\text{--}1692\text{ см}^{-1}$ , т.е. в первую очередь происходит деструкция уретановых и мочевиновых групп, а также водородных связей, образованных ими.

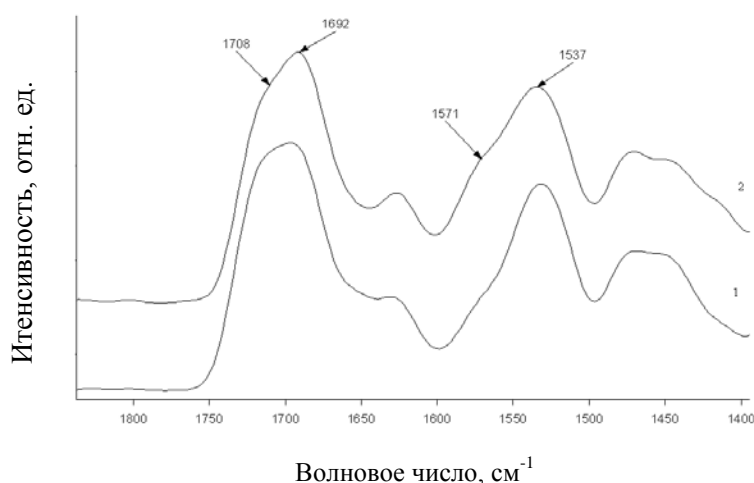


Рис.1. ИК-спектры ИПУ/Кс после (1) и до (2) инкубирования в грунт в течение 6 месяцев

Известно, что разложение полимеров в окружающей среде происходит преимущественно в результате гидролитического расщепления, в том числе под действием продуктов метаболизма МО - органических кислот, например лимонной кислоты - продуцента плесневых грибов рода *Aspergillus*.

Степень гидролиза полимеров в кислой и щелочной средах определяли по массовым и физико-механическим показателями образцов до и после гидролиза. Образцы известной массы погружали в 0,1 н. растворы KOH и HCl и выдерживали в термостате при  $T = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 30 дней, после чего высушивали до постоянной массы и проводили контрольное взвешивание. После гидролиза четко прослеживается влияние содержания Кс в образцах: чем

выше содержание Кс, тем потеря веса пленок больше (от 0,1 до 11%), т.е. пленки ИПУ/Кс в большей степени склонны к гидролизу по сравнению с ИПУ.

Физико - механические показатели ИПУ/Кс в результате действия кислой и щелочной сред ухудшаются. Так, прочность уменьшается с 5,7 до 1,3 МПа а относительное удлинение с 970 до 442% , что, наряду с потерей веса образцами, свидетельствует о происходящих в них процессах гидролитической деструкции.

Синтезированные материалы являются экологически безопасными и потенциально (био)разлагаемыми и могут быть использованы в пищевой, медицинской и фармацевтической промышленности, а необходимые им свойства и срок службы можно придать путем варьирования их состава, а именно содержания природного компонента и способа его введения в полиуретановую матрицу [4].

Исследования выполняются в рамках целевой комплексной программы фундаментальных исследований НАН Украины «Фундаментальные проблемы создания новых веществ и материалов химического производства» на 2012 – 2016 г.

1. *Тасекеев М.С., Еремеева Л.М.* Производство биополимеров как один из путей решения проблем экологии и АПК: Аналит. Обзор. – Алматы: НЦ НТИ, 2009. – 200 с.
2. *Курдиш И.К.* Закономерности взаимодействия микроорганизмов с твердыми материалами // Микробиол.журн. – 2001. – **36**, № 6. – с. 81.
3. *Звягинцев Д. Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев [под ред. Д. Г. Звягинцева]. - М.: Из-во МГУ, 1980. – с. 224.
4. Патент. 93372 Украина, МПК<sup>51</sup> C08J3/02, C08G18/10, C08L5/00 Спосіб отримання полімерної біодеструкуючої композиції/ *Савельєв Ю.В., Травінська Т.В., Марковська Л.А., Брикова О.М.*- Опубл. 25.09.2014. – Бюл. №18.

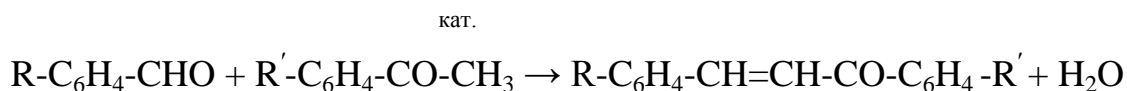
## ВПЛИВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ГРУП НА ПЕРЕБІГ РЕАКЦІЙ КОНДЕНСАЦІЇ

*Шнайдер Д.О., Кондратенко О.У., Листван В.М.*

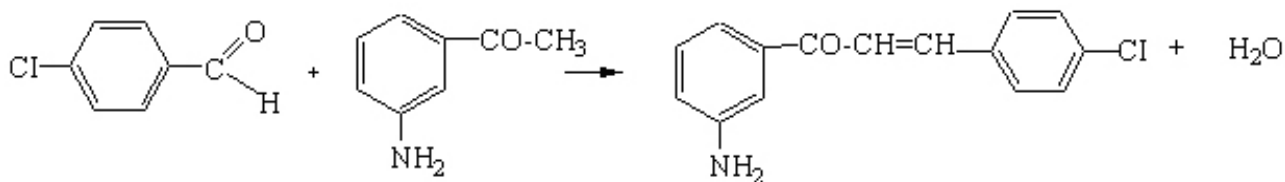
Житомирський державний університет імені Івана Франка, [listvan@ukr.net](mailto:listvan@ukr.net)

Реакції конденсації є важливим методом синтезу органічних сполук багатьох інших класів. Серед інших прикладів варто згадати хоча б отримання трифенілметанових барвників конденсацією карбонільних сполук з активованими бензеновими циклами або ж коричної кислоти (сполуки природного походження), її природних та синтетичних аналогів реакцією Перкіна.

Згадана реакція за своїм механізмом подібна до групи конденсацій кротонового типу: взаємодія двох молекул альдегіду, рідше кетону з утворенням ненасичених сполук. Особливо часто використовується кротонова конденсація ароматичних альдегідів з аліфатично-ароматичними кетонами типу ацетофенону з отриманням ненасичених ароматичних кетонів – халконів:



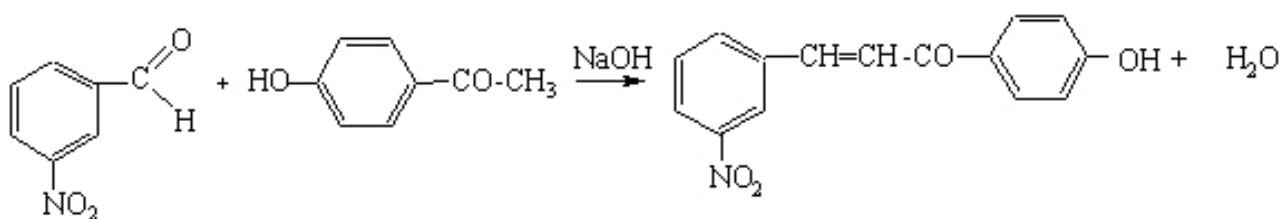
В ролі каталізаторів у цих реакціях використовуються переважно основи, в найпростішому випадку водний розчин лугу. Однак наша спроба його використання в реакції з ароматичними альдегідами амінозаміщених ацетофенонів, наприклад реакція



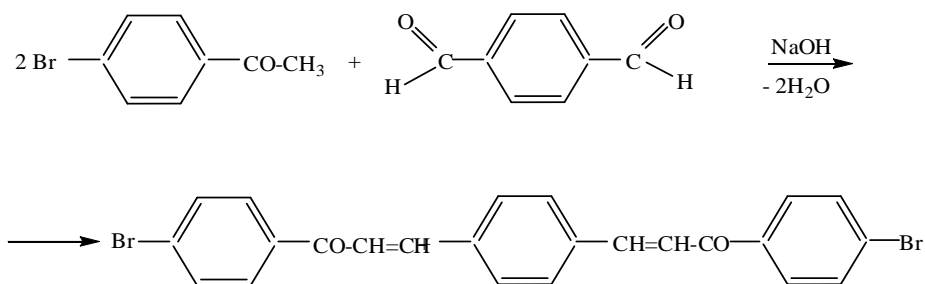
була ускладнена можливістю реакції альдегідної групи з аміногрупою з утворенням азометинів. Ця проблема вирішена застосуванням в ролі каталізатора сульфатної кислоти, конденсація у присутності якої йде повільніше ніж з лугом, і вимагає нагрівання. Сильна кислота, однак,

перетворює аміногрупу  $-\text{NH}_2$  в амонієву  $\text{N}^+\text{H}_3\cdot\text{HSO}_4^-$ , яка вже не взаємодіє з альдегідною групою.

При наявності в молекулах альдегіду або кетону гідроксильних замісників (саліциловий альдегід, *p*-гідроксиацетофенон)  $\text{OH}$ -група взаємодіє з лугом з утворенням фенолят-аніону. Це не заважає проходженню реакції конденсації, але не дає змоги осаджувати продукт реакції із спиртово-водного розчину. Підкислення суміші після закінчення конденсації звільняє гідроксильну групу з утворенням кінцевого продукту – гідроксизаміщеного халкону:



Нами було використано для конденсації терефталевий альдегід, що містить дві альдегідні групи і в залежності від співвідношення реагентів взаємодіє або однією з них (при співвідношенні альдегіду і кетону 1:1) або обома альдегідними групами (при співвідношенні 1:2). Ми брали 2 моль *p*-бromoацетофенону на 1 моль терефталевого альдегіду і отримали продукт, який можна назвати дихалконом:



Аналогічні дихалкони ми отримали також реакцією терефталевого альдегіду з *p*-хлороацетофеноном та іншими ацетофенонами.

#### 4. Теорія та методика навчання хімії.

### ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ ЗІ ШКОЛЯРАМИ

*Авдєєва О.Ю.*

Житомирський державний університет ім. Івана Франка, [olia\\_kl@i.ua](mailto:olia_kl@i.ua)

Впродовж останніх років динамічний розвиток хімічної науки призвів до збагачення змісту хімічної освіти школярів. Внаслідок цього збільшився обсяг теоретичного навчального матеріалу з хімії в школі, а увага вчителів до виконання хімічного експерименту зменшилась, що пов'язано з недосконалим матеріальним забезпеченням школи, недостатньою кількістю методичної літератури, неготовності вчителя до проведення такої роботи. Тому виникає потреба у вдосконаленні професійної підготовки майбутніх учителів хімії та їх адаптації до використання всіх видів хімічного експерименту в умовах сучасної загальноосвітньої школи. Адже вчитель, готовий проводити хімічний експеримент в урочній та позаурочній роботі, з яскравим зовнішнім ефектом та без нього, проблемно та ілюстративно, зможе сформувавши інтерес до вивчення хімії у школярів, переконає їх у значенні хімії в житті кожної людини.

Ще в давні часи видатний російський вчений М.В. Ломоносов стверджував, що хімії ніяким чином навчитися не можливо, не спостерігаючи самої практики, не приймаючись за хімічні операції.

На думку М.С. Пак, хімічний експеримент є специфічним засобом ілюстрації хімічних явищ, засобом дослідження навчальних проблем, удосконалення, закріплення, застосування знань на практиці, доказом істинності хімічних знань, виховання і розвитку різних властивостей особистості [3, с. 171].



Як зазначає А.О. Беліков, самостійне виконання дослідів учнями сприяє кращому засвоєнню знань, розвитку мислення, формуванню світогляду, зацікавленню хімією, вихованню допитливості, трудових навичок [1, с. 37].

На сьогодні навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з хімії передбачає виконання не лише демонстраційних, лабораторних дослідів та практичних робіт, а й домашнього експерименту (дослідів з використанням ужиткових речовин) [2]. Тому майбутній вчитель хімії має бути готовим до виконання різних видів хімічного експерименту та озброєним уміннями проведення хімічних дослідів не лише в урочній, а й в позаурочній (позакласній) роботі з хімії. Організація та проведення хімічного експерименту студентами є однією із задач професійної підготовки майбутнього вчителя хімії у вищій педагогічній школі.

Аналізуючи результати анкетування студентів четвертого курсу, які ми отримали за допомогою проведення методу експертних оцінок, нами було зроблено висновок про те, що більшість (64,6%) майбутніх учителів готові використовувати «ефектні» хімічні досліди тільки в масовій позакласній роботі, лише четвертина респондентів (22,3%) прагнуть використовувати досліди з яскравим зовнішнім ефектом у груповій позакласній роботі, а найменша кількість (13,1%) – в індивідуальній. Такі результати пояснюються наслідуванням діяльності, до якої студенти були залучені під час навчання в середній та вищій школі. Адже найчастіше у позанавчальній діяльності використовуються хімічні вечори, КВК, турніри юних хіміків та ін. Тому ця робота є для них звичною, зрозумілою, вона сприяє підвищенню інтересу до виконання хімічних дослідів з яскравим зовнішнім ефектом та мотивує їх до подібної діяльності, забезпечує емоційне задоволення від пізнання нового, формує позитивне ставлення до вивчення хімії.

З метою підвищення ефективності підготовки студентів до організації та проведення хімічного експерименту нами було включено до кожного лабораторного заняття з навчальної дисципліни «Позакласна робота з хімії» обов'язкового завдання відбору та виконання основних видів урочного та

позаурочного хімічного експерименту. Адже ефективність лабораторного заняття в повній мірі залежить від організації підготовки студентів до виконання хімічних експериментів, внаслідок чого у них формуються вміння відбирати та демонструвати хімічні досліди.

Для виконання студентами «ефектних» хімічних експериментів у позакласній роботі з хімії ми пропонуємо виділити наступні теми: «Хімічний серпентарій», «Настільні вулкани», «Чарівні вогні», «Водяні чудеса», «Хімічні пейзажі», «Домашня хімія», «Сюрпризи до свята», «Дослідження харчових продуктів». Нами відібрано техніку проведення та організації даних дослідів за кожною темою та запропоновано майбутнім учителям хімії визначити можливість використання даних дослідів у всіх формах позакласної роботи з хімії (індивідуальній, груповій та масовій). Наприклад, під час вивчення теми «Індивідуальна позакласна робота з хімії» ми пропонуємо студентам підготуватись до проведення дослідів із яскравим зовнішнім ефектом, які можуть використовуватись як завдання для окремих учнів: 1) «Хімічний серпентарій» («Содова гадюка», «Солодка зелена змія», «Чорний удав із стакана»); 2) «Чарівні вогні» («Гроші, що не горять», «Вогняна райдуга», «Феєрверк у стакані»). Готуючись вдома до виконання таких дослідів, студенти мають описати в робочому зошиті не тільки хімізм проходження реакції, а й її зовнішній ефект, оцінити його яскравість та визначити вплив таких дослідів на емоційний стан та виникнення інтересу до експериментальної роботи в майбутніх учнів, продумати можливість виконання таких дослідів учнями певних класів та необхідного рівня навченості.

Отже, важливим завданням вищої педагогічної школи на сьогодні є формування в майбутніх учителів хімії вмінь ефективно організації та проведення хімічного експерименту з яскравим зовнішнім ефектом у позакласній роботі з хімії. Оскільки саме через використання хімічного експерименту в позакласній роботі можливий розвиток мислення, творчої ініціативи, розумової активності, інтересу до вивчення хімії, значення хімії у житті кожної людини, забезпечує формування практичних умінь школярів.

1. *Беликов А. А. Эксперимент на уроках химии / А. А. Беликов.* – К.: Радянська школа, 1988. – 150 с.
2. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 585 від 29.05.2015): [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>
3. Теория и методика обучения химии: учебник для вузов /*М. С. Пак.* – СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2015. – 306 с.

## **ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ХІМІЇ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ**

*Анічкіна О.В.*

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

*eva\_kvitka@meta.ua*

Удосконалення професійно-педагогічної підготовки студентів є однією з актуальних проблем методики навчання хімії в умовах модернізації освіти. На сучасному етапі реформування змісту освіти майбутніх учителів хімії, виникає потреба в створенні методики формування вмінь проведення хімічного експерименту в усіх видах, використання яких в професійній діяльності вимагає сучасна програма з хімії для середньої загальноосвітньої школи. Адже, хімія – експериментально-теоретична наука, тому в процесі вивчення хімічних дисциплін, експеримент виконує роль і методу пізнання, і засобу вивчення, відіграє провідну роль у підготовці майбутнього вчителя до професійної діяльності. Так, Н.Н. Чайченко зазначає, що «за допомогою хімічного експерименту встановлюється взаємозв'язок між теорією і фактами в різних поєднаннях» [1, с. 64].

На думку М. Гусейханова та О. Раджабова, «експеримент – це науково поставлений дослід, за допомогою якого об'єкт або відтворюється штучно, або ставиться в умови, що точно враховуються». [2, с. 26]

Сучасна програма з хімії для середньої загальноосвітньої школи [3; 4] пропонує виконувати учням такі види навчального хімічного експерименту: лабораторні дослід, практичні роботи та домашні експерименти, які є відомим але, раніше, рідковживаним видом експериментальної роботи в школі. Такий вид хімічного експерименту використовувався вчителями тільки в позааудиторній роботі, як елемент роботи з учнями, що виявляють інтерес до вивчення хімії, прагнуть досягти вищого рівня навченості, приймають участь в науково-дослідній роботі з хімії. Широке використання такого виду експерименту в масовій загальноосвітній школі вимагає формування вмінь

студентів, які отримують кваліфікацію вчителя хімії організовувати, виконувати та проводити домашній хімічний експеримент в майбутній професійній діяльності.

Домашній (ужитковий) хімічний експеримент [5; 6; 7, с. 18-19] це вид самостійної експериментальної роботи, яку учні мають можливість проводити в індивідуальному порядку вдома (в домашніх умовах) використовуючи лабораторний посуд та обладнання виготовлене власноруч або придбане як наочне приладдя. Основними завдання такого експерименту є поглиблення знань з хімії, розвиток пізнавального інтересу до вивчення предмету, вдосконалення експериментальних умінь учнів, вивчення значення хімії у практичній діяльності та житті людини.

Включення учнів не тільки в спостереження за виконанням демонстраційних експериментів вчителем, виконання незначної кількості лабораторних дослідів (53 лабораторні досліді за 5 років вивчення хімії) та практичних робіт (13 практичних робіт за 5 років вивчення хімії), забезпечить всебічне формування експериментальних умінь учнів та дозволить усвідомлено оволодівати знаннями хімічної науки. Адже, за висловленням Конфуція: «Скажи мені – і я забуду, покажи мені – і я запам'ятаю, дай мені зробити – і я зрозумію».

За результатами наших спостережень, у останні роки, існує тенденція відмови вчителів середніх загальноосвітніх шкіл використовувати хімічний експеримент в навчальній діяльності або заміни реального хімічного експерименту – віртуальним. Це призводить до збільшення кількості студентів – першокурсників, котрі побачили, а головне, виконали хімічний експеримент вперше у вищій школі. Тобто, більшість студентів I курсу вищої педагогічної школи не вдосконалюють та розвивають отримані в середній школі вміння проводити хімічний експеримент, а тільки формують їх, починаючи навчання в вищій школі.

Це, перш за все, викликано матеріальною незабезпеченістю сучасних периферійних шкіл (відсутністю лабораторного посуду, обладнання, реактивів і

ін.), оскільки більшість студентів педагогічних ВНЗ є вихідцями з периферії, і відсутністю вмінь вчителів таких шкіл адаптувати хімічний експеримент до умов реальності школи (замінити елементи хімічного експерименту або й експеримент повністю).

Розв'язання такої проблеми ми вбачаємо в формуванні вмінь відбирати та проводити домашній хімічний експеримент у школі майбутніми вчителями ще під час навчання в вищій школі. Так, вивчаючи навчальну дисципліну «Методика навчання хімії», ми пропонуємо студентам відібрати та провести домашній хімічний експеримент, який повторює всі демонстраційні програмні експерименти, таким чином, створити власну домашню лабораторію кожному майбутньому вчителю хімії.

Так, в лабораторному практикумі з методики навчання хімії, до кожного лабораторного заняття присвяченого оволодінню демонстраційним експериментом з конкретної теми шкільного курсу хімії, ми пропонуємо студентам виконати творчий проект із відбору домашніх експериментів. Він полягає в індивідуальному відборі та описі дослідів, котрі можна провести з допомогою ужиткових речовин, окремо кожним студентом. Сукупність домашніх хімічних експериментів з кожної теми шкільного курсу хімії стає основою створення домашньої шкільної хімічної лабораторії майбутнього вчителя хімії.

Ми пропонуємо підібрати до кожного демонстраційного експерименту, який запропонований програмою, один домашній експеримент, який повністю відтворює зміст демонстрації але використовує при цьому реактиви та обладнання, придбані як ужиткові речовини або створені власноруч. Студенти відбирають і виконують в домашніх умовах базові демонстраційні досліди, з допомогою реактивів, котрі знаходяться в домашній лабораторії (ужиткові речовини, придбані в аптеці, магазині побутової хімії, будівельних матеріалів, автозапчастин, продовольчому магазині і ін.). Це забезпечує формування вмінь проведення домашнього експерименту майбутнім вчителем хімії, як одного із

основних видів експериментальної роботи учнів, визначених програмою середньої загальноосвітньої школи.

Для тренувальних вправ проводити демонстраційний хімічний експеримент, студенти обирають із ужиткових речовин ті, доступ до котрих мають і учнів. Проводять такі експерименти вдома, тренуючись виконувати та пояснювати демонстрації.

Іншою метою використання таких дослідів виступає можливість замінити відсутні реактиви та обладнання в майбутній професійній діяльності (використання ламп накаливання для виготовлення спиртів, використання дерев'яних прищіпок для виготовлення пробіркотримача та ін.).

Така лабораторія, за необхідності, може виступити джерелом реактивів для проведення програмного шкільного хімічного експерименту. Разом з тим, відбувається вдосконалення вмінь студентів проводити хімічний експеримент, підвищується їх професійність у використанні хімічного експерименту на уроці (вони можуть не тільки відтворювати хімічні досліди, які проробили, а формують вміння самостійно обирати досліди для реалізації поставленої мети, у разі потреби, замінювати відсутні реактиви).

Презентація відібраних, описаних та проведених домашніх хімічних дослідів відбувається під час проведення навчальної лабораторної практики з методики навчання хімії. Під час презентації відбувається оцінювання створеної домашньої лабораторії самостійно студентом (самооцінювання), колегами з групи (взаємооцінювання) та викладачем (оцінювання діяльності). Тому, створення домашньої хімічної лабораторії майбутніми вчителями хімії виступає практичною ланкою використання системи вмінь проведення хімічного експерименту в школі.

Підготовка та проведення системи домашніх експериментів з ужитковими речовинами, також дозволяє студентам сформувати власний перелік домашніх хімічних експериментів, виконання котрих вимагає сучасна програма з хімії для середньої загальноосвітньої школи. Тобто, по закінченні навчання у вищій школі кожен студент має опис обладнання та речовин для домашньої

лабораторії, набір дослідів, котрі може пропонувати учням для виконання вдома та обладнання виготовлене власноруч.

Таким чином, використання домашнього хімічного експерименту має широкі можливості в формуванні вмінь проводити хімічний експеримент і студентами, які прагнуть стати вчителями хімії, і їх майбутніми учнями. Використання домашнього хімічного експерименту у підготовці майбутніх вчителів хімії дасть можливість їм адаптуватися до практичної професійної діяльності та реалізовувати її у відповідності до існуючих вимог.

1. *Чайченко Н. Н.* Сучасна методика формування у школярів теоретичних знань з основ хімії / Н. Н. Чайченко. – Суми : Нота Бене, 2001. – 163 с.

2. *Гусейханов М. К.* Концепции современного естествознания : [учебник] / М. К. Гусейханов, О. Р. Раджабов. – [6-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Изд.-торговая корпорация “Дашков и К”, 2007. – 540 с.

3. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія. 7- 9 класи [Електронний ресурс] / Л. П. Величко. – 2015. – 29 с. – Режим доступу : [http://old.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/educational\\_programs/1349869088/](http://old.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/educational_programs/1349869088/)

4. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія. 7-11 класи / Л. П. Величко, О. Г. Ярошенко. – К. : ВТФ “Перун”, 2006. – 32 с.

5. *Балаев И. И.* Домашний эксперимент по химии : [пособ. для учителей] / И. И. Балаев. – М. : Просвещение, 1972. – 127 с.

6. *Лашевська Г.* Ужитковий експеримент як складова допрофесійної підготовки з хімії / Ганна Лашевська // Біологія і хімія в школі. – 2009. – №6. – С. 13–14.

7. *Цветков Л. А.* Эксперимент по органической химии в средней школе. Методика и техника : [пособ. для учителя] / Л. А. Цветков. – [5-е изд., дополн.]. – М. : Просвещение, 1973. – 286 с.



# **ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦКУРСІВ ХІМІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-ЕКОЛОГІВ**

*Горбунова Н. О.*

Житомирський національний агроекологічний університет,

*nadezhgor@rambler.ru*

Початок ХХІ-го століття характеризується глобальним погіршенням якості навколишнього середовища. Необхідність негайного вирішення екологічних проблем, які загрожують існуванню людства і всього живого на планеті Земля, обумовлює зростання значення професії еколога. Стають жорсткішими і вимоги до якості підготовки майбутніх фахівців-екологів.

Професійна діяльність еколога неможлива без оволодіння теорією та практикою аналітичних досліджень складу довкілля, ґрунтової теоретичної хімічної підготовки [1]. Формування хімічної складової професійної компетентності майбутнього еколога відбувається під час вивчення фундаментального курсу «Хімія з основами біогеохімії», який займає важливе місце в системі підготовки фахівців-екологів. В ході вивчення даного курсу у студентів формуються вміння правильно розуміти перебіг природних процесів та усвідомлення ролі людства в планетарному масштабі.

Протягом останніх років спостерігається стійка тенденція до зменшення аудиторних годин, відведених на вивчення курсу «Хімія з основами біогеохімії». Так, у 2015-2016 навчальному році на вивчення даної дисципліни студентами напряму підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» відведено 150 годин, із яких аудиторних – 64 години. В результаті систематичного скорочення аудиторних годин, а також враховуючи специфіку вивчення хімії, низький рівень підготовки випускників загальноосвітніх закладів з хімії в Україні, практично неможливо забезпечити якісне формування хімічної складової професійної компетентності майбутнього еколога. Це визначає актуальність

проблеми пошуку шляхів вдосконалення хімічної підготовки студентів-екологів. Вирішенню цієї проблеми присвячено праці ряду провідних фахівців: О. В. Кофанової [2-4], Н. М. Буринської [2], О. С. Заблоцької [5-9], С. Д. Рудишина [10], В. І. Унрода [11], В. Г. Петрука [12] та багатьох інших. Серед запропонованих підходів вирішення даної проблеми можна виділити такі:

- здійснення перерозподілу навчального часу, що відводиться на вивчення хімічних дисциплін, із збільшенням професійної спрямованості [3];
- посилення хімічної складової екологічної освіти за рахунок включення додаткових спецкурсів хімічного спрямування до варіативної складової навчальних планів, розробки системи навчальних пізнавальних завдань міждисциплінарного характеру із домінуванням біологічного і хімічного матеріалу для самостійної та науково-дослідної роботи студентів [10];
- збільшення уваги набуттю практичного досвіду, який студенти набувають при проведенні експериментальних досліджень на лабораторних роботах і приділення особливої уваги науковій роботі, яка повинна займати провідне місце в умовах вищої освіти [9, 11].

Наприклад, у Вінницькому національному технічному університеті студенти-екологи окрім нормативного курсу «Хімія з основами біогеохімії» окремо вивчають дисципліни «Аналітична хімія навколишнього середовища», «Фізико-хімічні методи аналізу довкілля», «Органічна хімія в технологічних процесах» та інші суто хімічні дисципліни у блоці дисциплін «За вільним вибором університету та студентів» [12]. Студенти-екологи НУБіП також вивчають ряд додаткових хімічних дисциплін (біонеорганічну, аналітичну, органічну, екологічну хімії та біогеохімію) з метою набуття навичок проведення самостійних аналітичних досліджень, які можуть бути суттєвою конкурентною перевагою випускників при подальшому працевлаштуванні [1].

Враховуючи досвід вітчизняних і закордонних фахівців, для підвищення професійної компетентності майбутніх фахівців-екологів кафедрою хімії ЖНАЕУ було запропоновано включити до варіативної складової навчального

плану підготовки студентів-екологів ОКР «Бакалавр» напряму підготовки: 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» спецкурсів хімічного спрямування: «Геохімія довкілля», «Хімія мінеральних добрив і пестицидів», «Екологічна хімія», а до плану підготовки студентів-екологів ОКР «Магістр» наступних спецкурсів: «Аналітичні дослідження в екології», «Хімічні технології». Запропоновані спецкурси включені до програми підготовки студентів, вивчення студентами запропонованих спецкурсів сприятиме поглибленню знань, набутих під час вивчення фундаментального курсу «Хімія з основами біогеохімії», а також набуттю вмінь застосовувати хімічні, фізичні, фізико-хімічні методи досліджень для здійснення екологічного моніторингу стану довкілля, які необхідні в їх подальшій професійній діяльності.

1. Практична підготовка екологів при вивченні хімічних дисциплін / *Т. А. Жук, Ю. Р. Сич, О. М. Бузинна, Д. В. Черник, Л. В. Войтенко* // Проблеми сучасної екологічної освіти: Зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 13-14 жовт. 2014 р. / К.: Вид-во НУБіП України, 2014. – С. 98-99.

2. *Кофанова О. В.* Основні положення будови компетентнісно орієнтованої методичної системи хімічної підготовки студентів-екологів у вищих технічних закладах освіти / *О. В. Кофанова, Н. М. Буринська* // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2011. – № 8 (18). – С. 243-251.

3. *Кофанова О. В.* Удосконалення програми з хімії з урахуванням міждисциплінарних зв'язків / *О. В. Кофанова, Т. М. Назарова* // Вісн. Нац. техн. – 2009.

4. *Кофанова О. В.* Структура хімічної компоненти програми підготовки майбутніх інженерів-екологів в університетах Австралії і Нової Зеландії // *О. В. Кофанова* // Вересень. – 2011. – № 3-4 (56-57). – С. 89-98.

5. *Заблоцька О. С.* Формування предметних компетенцій з хімії у студентів екологічних спеціальностей: монографія / *О. С. Заблоцька.* – Житомир: ЖНАЕУ, 2011. – 428 с.
6. *Заблоцька О. С.* Предметні компетенції з хімії у вищій екологічній освіті / *О. С. Заблоцька* // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2005. – №. 25. – С. 124-128.
7. *Заблоцька О. С.* Концептуальні засади формування предметних компетенцій з хімії у студентів-екологів / *О. С. Заблоцька* // Вісн. Запорізького нац. ун-ту. Сер. Педагогічні науки. – 2010. – № 2 (13). – С. 197–204.
8. *Заблоцька О. С.* Методика формування предметних компетенцій з хімії в процесі викладання теми «Основи хімічного аналізу» / *О. С. Заблоцька* // Вісник ЖДУ ім. І. Франка. – 2012. – Вип. 61. – С. 41–44.
9. *Заблоцька О. С.* Створення хіміко-аналітичної лабораторії кафедри хімії ЖНАЕУ та перспективи її використання для формування професійної компетентності майбутніх фахівців-екологів / *О. С. Заблоцька, Н. О. Горбунова, Н. П. Хандрика* // Наукові читання – 2015: наук.-теорет. зб. / ЖНАЕУ. – Житомир : ЖНАЕУ, 2016. – С. 53-58.
10. *Рудишин С. Д.* Концепція професійної підготовки еколога у вищій школі України / *С. Д. Рудишин* // Креативна педагогіка. – 2011. – № 4. – С. 101-104.
11. Шляхи поліпшення екологічної освіти студентів / *В. І. Унрод, І. І. Осипенкова, Г. О. Дейкало, Р. М. Скрипниченко* // Вісник Черкаського державного технічного університету. – Черкаси: ЧДТУ. – 2010. – № 2. – С. 188-191.
12. *Петрук В. Г.* Модернізація професійних компетенцій з хімії для майбутніх фахівців-екологів та сталого розвитку / *В. Г. Петрук, О. В. Бондарчук, Р. В. Петрук* // Нова педагогічна думка. – Рівне, 2011. – Спецвип. – С. 110-111.

# **ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ НА УРОКАХ ХІМІЇ ЧЕРЕЗ БЛОЧНЕ ВИКЛАДАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Горощенко А.М.

Житомирська загальноосвітня школа І-ІІІ ступеня №8

Zosh8\_zt@ukr.net

Блочне викладання хімії є одним із різновидів модульно – розвивальної системи навчання, що відображає новітні досягнення педагогіки та психології. В поєднанні з комп'ютерними технологіями воно має надзвичайно потужні можливості стосовно організації навчального процесу. В основному цей потенціал пов'язаний з такими факторами активізації пізнавальної діяльності учнів на уроці, як наочність, емоційність, індивідуалізація навчання

В основі викладання хімії блочним методом лежить лекційно-семінарська, комбінована система навчання М.П. Гузика.

Весь базовий матеріал з хімії розбитий на блоки. Під час пояснення нового матеріалу блок висвітлюється на мультимедійній дошці, а учням роздається роздруківка або вони записують цей блок в зошит. В основному матеріал блоку викладається за один урок, але якщо в блоці викладається більше п'яти нових понять, то його слід пояснювати на декількох уроках, які йдуть один за одним.

Кінцева мета уроку подачі нового блоку – засвоєння кожною дитиною учбового матеріалу на рівні впізнання.

Далі йде серія уроків по відпрацюванню даного блоку.

1. Заняття по фронтальному опрацюванню.

Мета: доопрацювати процес засвоєння шляхом багаторазового повторення (особливо ефективно у 8-9 класах). До цих уроків можна віднести і практичні роботи.

2. Заняття по індивідуальному опрацюванню учбового блоку.

Мета: доопрацювати матеріал блоку в гомогенних групах на різних рівнях складності, враховуючи індивідуальні особливості учнів. Рівень складності учні обирають самі.

А- творчий рівень, де за допомогою хімії навчають прийомам розумової діяльності (аналіз, синтез, абстрагування).

В- навчає технології порівняння по заданому алгоритму.

С- просте відтворення матеріалу.

На заняттях по індивідуальному опрацюванню блоку не тільки доопрацьовується учбовий матеріал, але й проводиться робочий (поточний) контроль за рівнем знань учнів. Ці оцінки виставляються в журнал і фактично виконують діагностичну функцію, яка ставить за мету виявлення успіхів та прогалин при вивченні певного блоку.

### 3. Контролюючі заняття з хімії після вивчення теми (4-5 на рік).

Методика їх різноманітна. Від індивідуальних письмових робіт, тестових завдань до творчих групових робіт.

Для якісної діагностики ми використовуємо тестові завдання в яких запропоновано інтерпретацію навчанності учнів за п'ятьма рівнями у вигляді відкритих та закритих тестів.

- 1) Початковий (репродуктивний)
- 2) Середній (репродуктивно\_продуктивний)
- 3) Достатній (репродуктивно-продуктивний)
- 4) ,5) високий (продуктивний).

Таке викладання хімії дозволяють:

- 1.Бачити матеріал , як єдине ціле.
- 2.Навчити дітей добре орієнтуватись в учбовому матеріалі.
- 3.Чітко виділяти з маси інформації найголовніше для запам'ятовування .

- 4.Шляхом багаторазового повторення розвивати довгострокову пам'ять дітей.
- 5.Здійснювати індивідуальний підхід до кожного учня, тобто розвивати здібності кожної дитини.
- 6.Навчити здійснювати самоконтроль за своїми знаннями.
- 7.Працювати в групах, розподіляючи свої обов'язки .
- 8.Планувати всі можливі види робіт та навчальні завдання, які будуть оцінюватись та складати графіки їх проведення з подальшим доведенням його до відома учнів
- 9.Активно залучати всіх учнів до учбового процесу.

## ДО ПРОБЛЕМИ ПОЛІПШЕННЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ХІМІЇ

Євдоченко О.С.

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

*evdochenko@mail.ru*

На сучасному етапі розвитку освіти перед загальноосвітньою школою постає завдання органічного поєднання навчальної та вихованої роботи для формування всебічнорозвиненої особистості учня, його розвитку. Забезпечення реалізації даного завдання покладено на висококваліфікованих вчителів - предметників. Вчителі хімії, як вчителі природничих дисциплін, покликані формувати систему природознавчих знань, вмінь та навичок. Враховуючи зміни в навчальних програмах для середніх загальноосвітніх шкіл із хімії, оновлення державного стандарту середньої освіти, низькою престижністю вчительської праці, щоразу виникає протиріччя між необхідним рівнем навченості вступників вищої педагогічної школи та вимогами держави до підготовки майбутніх вчителів хімії.

Враховуючи, що більшість майбутніх вчителів хімії – вихованці сільських шкіл, де існує потреба в якісних вчительських кадрах, недостатність матеріальної бази шкільних кабінетів хімії, незабезпеченість навчальною та методичною літературою та ін., сучасна педагогічна школа має підготувати фахівців, здатних інтенсивно навчатися самостійно, урівняти можливості в навчанні студентів різних рівнів навченості, сформувати позитивну мотивацію до оволодіння вчительською професією.

З початку 90-х років ХХ століття з'явилась помітна тенденція до скорочення годин на вивчення хімії в навчальних планах середніх загальноосвітніх шкіл та вищих навчальних педагогічних закладах. Тому, зрозуміло, що рівень знань, експериментальних умінь та навичок вступників щороку знижується, а враховуючи можливість потрапляння в одну навчальну групу студентів із різним рівнем навченості, набуває різноманітності. Це в



подальшому, стає однією з причин зниження темпу, збіднення змісту навчання та досягнення низького та середнього рівня підготовки майбутніх вчителів хімії. Якість навчання істотно знижується залежно від, по-перше, сформованості вмінь самостійно навчатися та наявності бажання і мотивів до опанування майбутньою професією, по-друге, способу організації навчально-вихованого процесу в вищій школі, особливо на початковому етапі навчання (I-II курси). Удосконалення організації навчально-виховного процесу підготовки майбутніх вчителів хімії потребує комплексного підходу.

Для вирівнювання знань студентів першого курсу спеціальності «Хімія» та забезпечення умов подальшого ефективного навчання, необхідним, на нашу думку, є введення вибіркової навчальної дисципліни «Шкільний курс хімії», який виконує функції вступного адаптивного курсу. Основним завданням використання такої навчальної дисципліни в підготовці вчителів хімії є повторення, систематизація та поглиблення хімічних знань, вмінь та навичок сформованих у середній загальноосвітній школі. Навчальна дисципліна представлена невеликим лекційним курсом, в ході якого пояснюється система роботи із спеціальноствореним навчальним посібником та лабораторного практикуму, який вимагає індивідуального виконання шкільного хімічного експерименту у всіх його видах, передбачених програмою для середньої загальноосвітньої школи з хімії [1].

Використання такого практикуму дасть можливість майбутнім вчителями хімії підвищити рівень хімічних знань та позбавитися прогалин в системі експериментальних вмінь та навичок: поводження з хімічним посудом, лабораторним устаткуванням та реактивами; вимірювання; збирання приладів із готових деталей; проведення хімічних операцій; отримання та розпізнання речовин; фіксації та оформлення звітів; організаційно-трудова [2, с. 8-9].

Розвиток, систематизація та узагальнення хімічних знань та експериментальних вмінь забезпечить в подальшому досягнення майбутніми вчителями вищих результатів під час вивчення хімічних навчальних дисциплін (неорганічна, аналітична, фізична та колоїдна, органічна хімія, біоорганічна

хімія, хімічна технологія) та методичних навчальних дисциплін (техніка шкільного хімічного експерименту, методика навчання хімії, позакласна робота з хімії і ін.), які вимагають від студентів сформованості системи хімічних знань та досконалого володіння експериментальними вміннями та навичками.

1. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів : Хімія. 7-11 класи / *Л. П. Величко, О. Г. Ярошенко*. – К. : ВТФ “Перун”, 2006. – 32 с.

2. *Глориозов П. А.* Формирование учений и навыков в процессе обучения химии / *П. А. Глориозов*. – М. : Учпедгиз, 1963. – 69 с.

## **ПРЕДМЕТНІ КОМПЕТЕНЦІЇ З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ**

Заблоцька І.М.

КВНЗ «Житомирський інститут медсестринства», [ircha\\_z@mail.ru](mailto:ircha_z@mail.ru)

Підготовка «конкурентоспроможного людського капіталу для високотехнологічного та інноваційного розвитку країни, самореалізації особистості, забезпечення потреб суспільства, ринку праці та держави у кваліфікованих фахівцях» – основна мета діяльності вищих навчальних закладів [3]. Це повною мірою стосується й підготовки майбутніх бакалаврів лабораторної діагностики (БЛД), оскільки для виконання надскладних токсикологічних, біохімічних, гематологічних та інших лабораторних досліджень фахівець-лаборант повинен володіти сучасними хімічними і фізико-хімічними методами дослідження, вміти використовувати новітнє хіміко-аналітичне обладнання.

Відповідно до освітньо-професійної програми Галузевого стандарту вищої освіти України, хімічна складова професійної компетентності майбутніх БЛД формується в процесі вивчення кількох хімічних дисциплін, зокрема – «Аналітичної хімії» [2]. Аналітична хімія належить до дисциплін циклу професійної і практичної підготовки. На її основі у студентів формуються предметні знання, практичні вміння і навички, пов'язані з дисципліною морально-етичні та професійні цінності й якості (в цілому – предметні компетенції) з інших дисциплін – біологічної і клінічної хімії, гігієни з гігієнічною експертизою, клінічної лабораторної діагностики та ін.

Дослідження нормативних документів вищої школи щодо підготовки БЛД та навчально-методичних матеріалів з хімії довело відсутність в них визначеного переліку предметних компетенцій з хімічних дисциплін. Зважаючи на безперечну значущість курсу «Аналітична хімія» для формування хімічної складової професійної компетентності зазначених фахівців, є необхідність у

встановленні змісту предметних компетенцій з цієї дисципліни. Реалізація цієї мети передбачає розв'язання таких завдань:

- узагальнення хімічної складової професійних компетенцій БЛД, наведених в освітньо-кваліфікаційній характеристиці Галузевого стандарту вищої освіти України [1];
- вивчення змісту програми навчальної дисципліни «Аналітична хімія» в контексті означеної проблеми [4];
- формулювання предметних компетенцій студентів з «Аналітичної хімії».

На основі проведеного нами аналізу зазначених освітніх документів та з огляду на те, що компетенції, за висновками експертів країн Європейського Союзу, розглядаються, як **здатності**, в яких поєднуються знання, вміння, цінності, відношення і способи поведінки, необхідні для щоденного вирішення особистих, професійних та соціальних проблем [5], сформулювали такі предметні компетенції майбутніх БЛД з «Аналітично хімії»:

1. Здатність використовувати хімічні знання про властивості (якісні реакції) катіонів та аніонів і здійснювати згідно з методиками якісний аналіз модельних розчинів.

2. Здатність проводити кількісний аналіз модельних розчинів із застосуванням відповідних методик, хімічних і фізико-хімічних методів аналізу, хімічного обладнання, посуду та реактивів.

3. Здатність здійснювати розрахунки і графічну обробку отриманих результатів, формулювати висновки.

4. Здатність дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хіміко-аналітичній лабораторії.

5. Здатність проводити пошукові дослідження, пов'язані з аналізом біологічних рідин людини та об'єктів довкілля (природних і стічних вод, рослинницької продукції тощо), і оприлюднювати їх результати.

6. Здатність до самостійного підвищення рівня своєї теоретичної і практичної підготовки з хімії шляхом ознайомлення з сучасними фаховими і хімічними науковими джерелами.

Проведене дослідження дозволяє зробити такий висновок: предметні компетенції майбутніх БЛД з аналітичної хімії є базовими для формування предметних компетенцій з дисциплін циклу професійної і практично підготовки та професійної компетентності в цілому.

1. *Галузевий стандарт вищої освіти України (2013 р.). Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра галузі знань 1201 «Медицина», спеціальності 6.120102 «Лабораторна діагностика», кваліфікація 3221 «Лаборант (медицина)».* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.testcentr.org.ua/index.php/menu-methwork/menu-dsvo/60-s-methwork/110-gsvou.html>.

2. *Галузевий стандарт вищої освіти України (2013 р.). Освітньо-професійна програма бакалавра галузі знань 1201 «Медицина», спеціальності 6.120102 «Лабораторна діагностика», кваліфікація 3221 «Лаборант (медицина)».* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.testcentr.org.ua/index.php/menu-methwork/menu-dsvo/60-s-methwork/110-gsvou.html>.

3. *Закон України «Про вищу освіту».* – Режим доступу: <http://vnz.org.ua/zakonodavstvo/111-zakon-ukrayiny-pro-vyschu-osvitu>.

4. *Аналітична хімія* : програма навчальної дисципліни підготовки бакалавра напряму 6.120102 «Лабораторна діагностика», кваліфікація 3221 лаборант (медицина). – К. : ВСВ «Медицина», 2013. – 20 с.

5. *Quality education and competencies for life (Workshop 3) Background Paper* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ibe.unesco.org/International/ICE47/English/Organisation/Workshops/workshop3.htm>.

## Г.Н. ЛЬЮЇС – ТВОРЕЦЬ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕОРІЇ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

*Камінський О.М., Гвоздієвський Є.Є., Анічкіна О.В.*

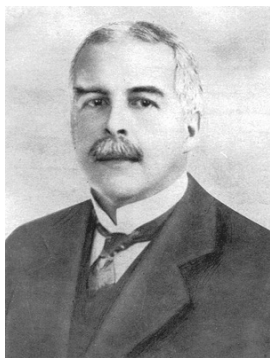
Житомирський державний університет імені Івана Франка, [alexkamin@ukr.net](mailto:alexkamin@ukr.net)

У 2016 році наукова хімічна спільнота відзначає сторічний ювілей проголошення американським вченим – фізхіміком Гільбертом Ньютоном Льюїсом (1875 – 1946) гіпотези, яка стала підґрунтям створення теорії хімічного зв'язку та дозволила розробити метод валентного зв'язку (метод ВЗ), який використовується хіміками і донині.

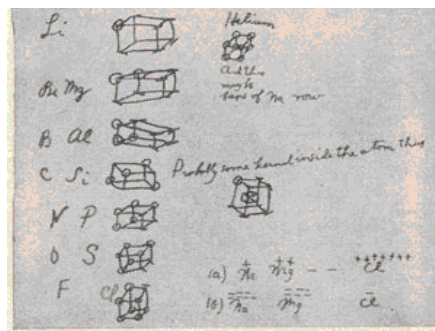
**Мета нашої доповіді** полягає в ознайомленні всіх зацікавлених із визначною пам'ятною датою в історії хімічної науки, пов'язану з ім'ям видатного вченого – Г.Н. Льюїса, окреслення грації наукових формулювань, їх простоти та значущості, а також визначення актуальності наукового доробку вченого для сучасних студентів – хіміків.

На початку 1916 року Г.Н. Льюїс виразив ідею, яка полягала в тому, що ковалентний хімічний зв'язок утворюється між двома атомами у молекулі за рахунок утворення спільної пари електронів, тобто електронна густина розподіляється рівномірно між обома атомами. Таке твердження суперечило існуючій теорії, адже, в той час науковці вважали, що під час утворення молекули, один з атомів мав позитивний, а інший негативний заряди і тому хімічний зв'язок утворювався за рахунок електростатичної взаємодії між атомами [1].

Запропонована Г.Н. Льюїсом теорія, відома сьогоднішнім студентами під назвою «Електронна теорія хімічного зв'язку» [2]. Розвитку запропонована теорія набула в роботах видатних науковців, таких як нобелівський лауреат Ірвінг Ленгмюр, який описав хімічну валентність, як здатність атомів утворювати хімічні зв'язки, що залежить від заповнення електронами електронної «оболонки», яка оточує атомне ядро.



Гільберт Ньютон Льюїс – декан Коледжу Хімії та голова відділення хімії каліфорнійського університету, 1916 рік



Згідно сучасних даних, Льюїс замислювався над структурами атомів ще до створення теорії хімічного зв'язку. На малюнку зображено сторінка щоденника вченого, де він пише про кубічну структуру атомів, 1902 рік.

В своїх роботах нобелівський лауреат Лайнус Полінг визначив, що хімічний зв'язок виникає між двома атомами в тому випадку, якщо сила, що пов'язує атоми настільки велика, що призводить до утворення достатньо стійкого агрегату, здатного існувати у вигляді самостійної частинки.

У подальшому, науковці Вальтер Генріх Гейтлер та Фріц Вольфганг Лондон розробили квантово-механічний метод наближеного розрахунку довжини та енергії зв'язку в молекулі водню (метод Гейтлера – Лондона), чим було покладено початок квантової хімії. Створена квантово-механічна теорія хімічного зв'язку лягла в основу загальної теорії валентності та квантово-хімічного методу валентних зв'язків.

Паралельно із електронною теорією валентності Льюїса розвивалася теорія гетерополярного (іонного) хімічного зв'язку запропонована Вальтером Косселем. За висловленням Косселя, інертні гази «зразок, наслідування котрого обумовлює сильну хімічну активність сусідніх елементів». На думку вченого, зовнішня електронна оболонка атома найбільш стійка, якщо в ній міститься вісім електронів, реакційна здатність атома визначається його прагненням набути таку конфігурацію (правило октету, октетна теорія). Це було емпіричне припущення, яке не базувалося на жодних обрахунках, проте, в той час достатньо зручно пояснювало велику кількість хімічних явищ. Наприклад, відсутність хімічних реакцій у інертних газах, схильність атомів лужних металів віддавати один електрон, а галогенів – приєднувати один електрон тощо [1].

Слід зазначити, що теорії Косселя та Льюїса – Ленгмюра дозволили досить вдало пояснити, як утворюються хімічні зв'язки між атомами в неорганічних та органічних сполуках. Основані на «напівкласичній» моделі атома Бора – Зоммерфельда, теорії іонного та ковалентного зв'язку вдало поєднували простоту та наочність із новітніми сучасними уявленнями про будову атома.

Грунтуючись на теорії Косселя та Льюїса – Ленгмюра, датський хімік Йоханес Ніколаус Бренстед та британець Томас Мартін Лаурі розробили протонну теорію кислот і основ, а Гілберт Льюїс розширив уявлення про кислоти і основи, запропонувавши електронну теорію, відповідно до якої кислота є акцептором, а основа – донором електронних пар.

Після того, як у 1962 році канадський хімік Ніл Бартлед одержав першу сполуку Ксенону, теорія «октету» Косселя застаріла, проте теорія Льюїса, завдяки своїй простоті та наочності широко використовується й досі.

Створення електронної теорії хімічного зв'язку є прикладом співпраці вчених, історію становлення наукових відкриттів, їх доведення та спростування, а також, значення простих, доступних кожному висловлювань для розуміння надзвичайно складної хімічної картини світу. І донині студенти вивчаючи теорію хімічного зв'язку віддають належне науковому генію Г.Н. Льюїса, який висловив зміст поняття хімічний зв'язок надзвичайно просто і граційно - хімічний зв'язок в усіх випадках і в усіх молекулах представляє собою просто пару електронів, які утримують разом два атома.

1. *Левченков С.И.* Краткий очерк истории химии: учебное пособие. Режим доступа: [http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/big\\_index.html](http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/big_index.html).

2. *Минеев В. В.* Атлас по истории и философии науки [Текст] : учебное пособие. Москва ; Берлин : Директ-Медиа. – 2014. - 120с.



# **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЕКТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ХІМІЇ НЕОБХІДНА УМОВА ФОРМУВАННЯ ЖИТТЄВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ 7-х КЛАСІВ**

*Осовська А.В.*

Навчально-виховний комплекс "Школа-гімназія-ліцей" №10 м. Бердичева

Якою б не була система освіти, головне завдання сучасної школи забезпечити Державний стандарт в освіті та сприяти формуванню життєвої компетентності особистості. Компетентність учня – це інтегрований результат навчання. Реалії сьогодення свідчать, що тільки особистість з життєвими компетентностями зможе успішно самореалізуватися в соціумі як громадянин, професіонал, носій знань та культури. За новим Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти в галузі «Природознавство» реалізація хімічного компоненту у 7-х класах передбачає формування життєвої компетентності за рахунок впровадження методу проектів, що об'єднує теорію і практику, знання і вміння учнів і можливість їх застосування, конкретну ціль і різноманітні шляхи її досягнення. Цей вид діяльності потребує творчого підходу до матеріалу і забезпечує умови для розкриття кожного учня.

Формуванню ключових компетентностей учнів сприяє виконання ними навчальних дослідницьких проектів, орієнтовні теми яких (на вибір) наведено в окремій рубриці програми, за якою проекти розробляються учнями індивідуально або під час групової діяльності. Проектна робота може бути теоретичною або експериментальною. Тривалість проекту — різна: від уроку (міні-проект), кількох днів (короткотерміновий проект) до року (довготерміновий). Презентація та обговорення (захист) проектів відбувається на спеціально відведеному уроці або під час уроку з певної теми. [1]

Працюючи над створенням проектів, учні залучаються до творчої діяльності, вчаться працювати в колективі не лише один з одним, але і з дорослими (вчителями, батьками). Ця робота сприяє розвитку у дітей пізнавального інтересу, допомагає відкрити для себе нові знання, вчить експериментувати, виявляти шляхи рішення поставленої проблеми, нести

відповідальність за свою діяльність, що позитивно впливає на якість засвоєння навчального матеріалу. Крім того, школярі проявляють свою індивідуальність, власну активність на кожному етапі виконання проекту. Учні в кінці роботи над проектом бачать результат своєї діяльності в групі, який підвищує їхню впевненість та самооцінку, що є важливим у житті, та дає можливість відчувати власну компетентність у темі (розділі), який вивчається.

Перед початком роботи над проектом вчитель повідомляє назву проекту, визначає його мету і завдання, вказує учням шляхи реалізації, а також час, потрібний для виконання проекту та ресурсне забезпечення. Педагог корегує та контролює діяльність учнів до заняття, на якому відбуватиметься презентація, він допомагає учням у пошуку інформації, координує процес роботи над проектом, підтримує та заохочує учнів. Вчитель повинен знати не лише свій предмет, але й має бути компетентним і в інших галузях науки, розуміти своїх учнів, враховувати їхні можливості та інтереси, бути творчим та толерантним.

[2]

Проектна діяльність завершується реальним практичним результатом. Матеріали дослідження оформлюються у вигляді мультимедійної презентації, доповіді (у разі необхідності – з демонстрацією результатів домашнього хімічного експерименту), моделі, колекції, буклету, газети, статистичного звіту, тематичного масового заходу, реферативного повідомлення (із зазначенням актуальності теми, новизни і практичного значення результатів дослідження, висновків) тощо.

Надзвичайно складним аспектом є оцінювання цієї проектної учнівської діяльності, адже роботу кожного виконавця проекту слід оцінити за його внеском, індивідуально, а залучення учнів до цього сприяє формуванню і розвитку у них об'єктивної самооцінки.

Оцінювання проектів відбувається за шістьма критеріями (від 0 до 2 балів):

- повнота розкриття теми;
- цікавість;
- пізнавальність;

- наочність;
- естетичність;
- співпраця в групі.

Проектна діяльність сприяє розвитку ініціативи, самостійності, організаторських здібностей, стимулює процес самореалізації особистості.[3, 4]

Отже, під час проектної діяльності вирішується ціла низка завдань:

- 1) розвиваються пізнавальна активність учнів, критичне мислення;
- 2) учні опановують ефективні техніки переконання і презентації своїх аргументів;
- 3) навчаються ефективному спілкуванню та обстоюванню особистої думки;
- 4) розвивають уміння працювати в команді, розподіляти відповідальність з іншими;
- 5) виробляються навички роботи з різними джерелами інформації.

Узагальненим наслідком цього процесу стає усвідомлення і прийняття особистих життєвих перспектив, можливого місця і ролі в житті суспільства, визначення своїх покликань, формування життєвого досвіду.



1. Навчальна програма з хімії для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів (зі змінами, затвердженими наказом МОН України № 585 від 29.05.2015): [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>
2. *Загнибіда Н. М.* Метод проектів на уроках хімії. – Тернопіль–Харків: Ранок, 2011. – 128 с.
3. *Буджак Т.* Метод проектів як педагогічна технологія // Біологія і хімія в школі. –2004. – №1, – С. 43–45.
4. *Логвин В.Л.* Метод проектів у контексті сучасної середньої освіти // У збірнику: Проекти, реалії, перспективи. – К., 2003. – 120 с.

# ВИКОРИСТАННЯ ДИДАКТИЧНИХ ІГОР В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ХІМІЇ

Писаренко С.В.

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

snezhunka@mail.ru

На сучасному етапі реформування середньої загальноосвітньої школи різко постала проблема підготовки учнів до творчого, активного, самостійного здобування знань, створення позитивної мотивації вивчення хімії, поєднання навчання та гри. Оскільки, учні школи відносяться до навчання безініціативно, байдуже, безвідповідально. Більшість вчених пов'язують таке явище із надмірним розвитком комп'ютерної техніки та масовою комп'ютеризацією людства, малою кількістю уваги з боку батьків, відсутністю сформованих вмінь самостійно навчатися тощо.

Державний стандарт середньої освіти вимагає від середньої загальноосвітньої школи підготувати творчих і всебічно розвинутих особистостей, які можуть впливати на розвиток нашої країни, нашого суспільства. Виховати таку особистість можна тільки реорганізувавши навчально-виховний процес у школі. Для цього вчителі – предметники повинні впровадити в навчальний процес, поряд із традиційними формами і методами навчання, осучаснені, нетрадиційні. Адже, формування міцних, надійних знань може відбуватися тільки під час самостійного, активного їх здобування, тільки на основі таких знань формуються переконання.

Позитивна емоційна налаштованість учнів на вивчення хімії сприяє подоланню хемофобії в суспільстві, формуванню наукового світогляду і розуміння наукової картини світу в свідомості молодих членів суспільства.

**Метою нашої доповіді є** обґрунтування системи дидактичних ігор та методичної системи використання їх на уроках хімії в середній загальноосвітній школі.

Так, нами були створенні дидактичні ігри з хімії для середньої загальноосвітньої школи, використання яких у навчально-виховному процесі забезпечить формування в учнів позитивної мотивації до вивчення хімії, створення системи необхідних хімічних знань, розвиток інтелектуальних вмінь.

Так, для учнів 7 класу, які вивчають назви хімічних елементів, їх розміщення в періодичній системі Д.І. Менделєєва, ми пропонуємо використати можливості ребусів.

Так, назву хімічного елементу Оксигену ми пропонуємо представити в вигляді наступного ребусу (рис.1). Завдання, яке ми пропонуємо учням полягає у розгадуванні назви хімічного елементу, визначенні його місця в періодичній системі, знаходженні символу хімічного елементу та записі отриманої відповіді у правому нижньому кутку картки.

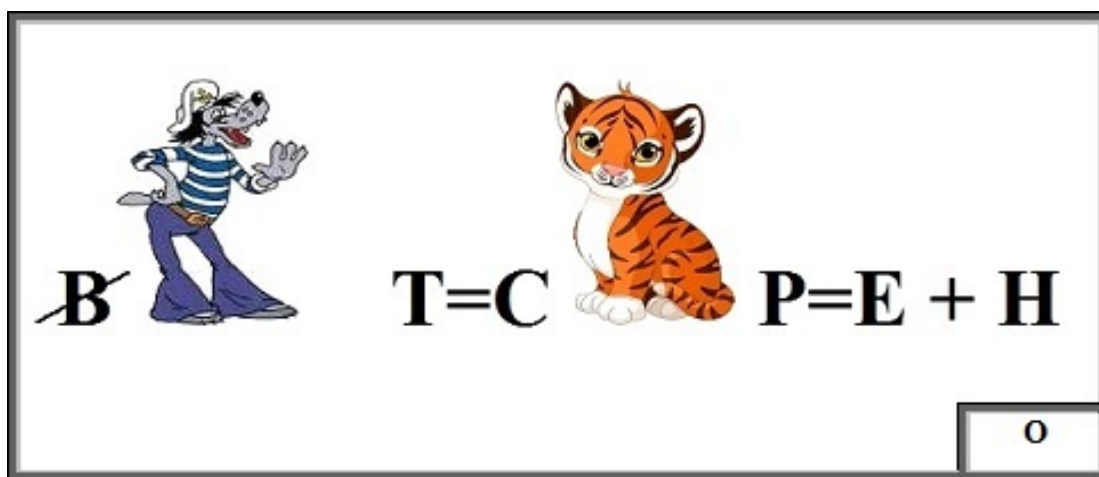


Рис. 1. Приклад закодованої зображеннями назви «Оксиген» у вигляді ребусу.

Також при вивченні символів хімічних елементів можна використати гру дешифрувальник. Завданням такої гри є визначити хімічний елемент, який закодований за допомогою літерно-цифрового коду, де кожна літера замінена відповідною цифрою, знайти визначений елемент у Періодичній системі Д.І. Менделєєва та записати символ елементу на картці.

Ми пропонуємо учням 7 класу достатньо простий шифр (одній цифрі відповідає одна літера), в подальшому шифр поступово ускладнюється

(збільшується кількість літер, які відповідають одній цифрі). Для зручності використання ми пропонуємо шифр представлений у вигляді таблиці (рис. 2).

<b>Д</b>	<b>М</b>	<b>Ч</b>	<b>В</b>	<b>П</b>	<b>Ф</b>	<b>І</b>	<b>Щ</b>	<b>К</b>	<b>У</b>	<b>А</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Н</b>	<b>Ю</b>	<b>Р</b>	<b>Е</b>	<b>Т</b>	<b>О</b>	<b>З</b>	<b>Я</b>	<b>Б</b>	<b>Й</b>	<b>Х</b>
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<b>С</b>	<b>И</b>	<b>Г</b>	<b>Ц</b>	<b>Є</b>	<b>Л</b>	<b>Ш</b>	<b>Ї</b>	<b>Ж</b>	<b>Ь</b>	<b>Ґ</b>
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Рис. 2. Приклад подання шифру для гри «Дешифрувальник»

Наприклад, назва хімічного елементу Оксигену представлена набором цифр - 17 9 23 24 25 15 12.

Також, для вивчення назв хімічних елементів може бути використаний кросворд «Загадкові хімічні елементи».

Ми пропонуємо сітку кросворду, яка має ключове слово, що необхідно відгадати. В нашому випадку – це прізвище американського вченого, який разом зі своїми співробітниками відкрив 9 хімічних елементів: у 1940 р. – Плутоній, у 1944-1946 рр. – Америцій і Кюрій, у 1949-1950 рр. – Берклій, Каліфорній, у 1952- 1954 рр. – Ейнштейній, Фермій, у 1955р. – Менделєвій, у 1958 р. – Резерфордій (Нобелій). Дана інформація є цікавим фактом для заохочення до вивчення хімії.

Ми пропонуємо подати всі питання даного кросворду у формі загадок.

1. Я всім відомий елемент.

Потрібен в будь який момент.

Тож пам'ятай мій адрес ти поштовий,

Будинок 6, квартира 8, 2 поверх.

2. В першій ряді я стою

Із металами в строю,

У комірці одинадцять,

Позивний мій – три плюс двадцять.

3. Існую я у різних формах

Чи то графіт, чи то алмаз.

Скажу, що 6 – це мій порядку номер

І ти знайдеш мене ураз.

4. Необхідний, небезпечний,

Всім відомий безперечно.

Як запал я в сірникові,

15 – мій порядку номер.

5. З Фосфором брати ми є по крові,

Займаю я лиш вищий поверх.

Я неметалом є типовим,

Хоч маю і характер гоноровий.

6. Утворюю я газ найлегший

Й краплини життєдайної води.

В таблиці я стою найпершим

Скоріше ти заглянь туди.

		1.	О	К	<b>С</b>	И	Г	Е	Н
2.	Н	А	Т	Р	<b>І</b>	Й			
3.		К	А	Р	<b>Б</b>	О	Н		
4.	Ф	О	С	Ф	<b>О</b>	Р			
5.		Н	І	Т	<b>Р</b>	О	Г	Е	Н
6.	Г	І	Д	Р	<b>О</b>	Г	Е	Н	

1. Бережна І. І. Дидактична гра – невід’ємна складова активного навчання школярів на уроках хімії. / І. І. Бережна // Таврійський вісник освіти. – 2013. - № 1 (41). – С. 142–146.

2. Василега М. Д. Цікава хімія.– К., 1989.– 160 с.

3. Исаев Д. С. Об использовании дидактических игр. / Д. С. Исаев // Химия в школе. – 2002. – №6. – С. 50-51.



# ХТО МОЖЕ ЗРОБИТИ НАУКОВЕ ВІДКРИТТЯ: РИСИ ОСОБИСТОСТІ ВЧЕНОГО – ХІМІКА ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Хандрика Н.П., Камінський О.М., Анічкіна О.В.*

Житомирський державний університет імені Івана Франка, [alexkamin@ukr.net](mailto:alexkamin@ukr.net)

Сучасна студентська молодь, що отримує кваліфікацію хіміка все частіше цікавиться можливістю стати науковцем, зробити наукове відкриття, стати відомим та знаменитим. Така цікавість молоді наукою є надзвичайно необхідною, перспективною та похвальною але, разом із тим, призводить до виникнення запитання, чи кожен може стати науковцем, які риси характеру повинні бути у людини здатної зробити наукове відкриття, адже, науковців багато, а значних відкриттів значно менше.

**Мета нашої доповіді** полягає у визначенні рис характеру необхідних науковцю для здійснення наукового хімічного відкриття.

Спроби визначення та класифікації науковців зустрічаються ще у роботах філософів Нового часу. Так, Ф. Бекон, аналізуючи і критикуючи існуючий на той час спосіб пізнання, пропонує свій новий метод продукування знань. Використовуючи алегорію, він стверджує, що методом досягнення істини є спосіб дії бджоли, яка, на відміну від мурашки, що тільки збирає (а в науці — це збирання фактів), та павука, що тягне з себе павутину (а в науці — це виведення однієї теорії з іншої), сідає лише на певні квіти і бере з них найцінніше [3]. Таким чином, Ф. Бекон був засновником індуктивного методу пізнання і абсолютизував дослідний шлях пізнання у науці, експеримент.

Протилежну позицію займав Р. Декарт, якій був раціоналістом. Він вважав, що емпіричний досвід має мінливий, нестійкий характер. За допомогою відчуттів людина сприймає світ залежно від обставин, і тому надії слід покладати на розум. Р. Декарт стверджував, що "пізнання речей залежить від інтелекту, а не навпаки". Р. Декарт був переконаний у тому, що розуми усіх

людей за своєю природою є однаковими, а тому існує перспектива створення єдиного для всіх людей виправданого методу достовірного пізнання.

Об'єднав обидві ідеї пізнання Т. Гоббс, який вбачав силу в знанні. Теоретичні знання повинні стати знаряддям для розвитку практики, але вони повинні базуватися на досвіді. Тому будь-яке знання починається із відчуття і ніколи не виходить за межі доступних чуттю реалій.

Видатний хімік В. Оствальд, у книзі «Великі люди», поділяв вчених на два розряди – класиків (здатні до докладним емпіричним дослідженням, індуктивному мисленню) та романтиків (здатні до сміливого висунення гіпотез, цілісному баченню проблемних ситуацій, інтуїтивного мислення).

Риси характеру притаманні класикам це ґрунтовність, пунктуальність, повільність, замкненість, багаторазова перевірка отриманого результату, робота наодинці. Такі вчені, як правило не мають учнів та послідовників. Романтики емоційні, говірки, мають нестійкий інтерес, не доводять розпочате до кінця, прагнуть передавати знання оточуючим, тому мають велику кількість учнів та створюють власні школи. Романтики творять «швидко та багато», класики – «повільно, мало але ґрунтовно».

Подібної думки у власних роботах дотримувався видатний фізик Луї де Бройль, який поділяв вчених на логістів, здатних обходитися без зорових образів та інтуїтистів, які передбачають рішення до того, як воно буде доведено.

Але слід зазначити, що не існує чітких меж подібних класифікацій, а науковці, як творчі особистості, можуть мати різні, інколи, протилежні риси характеру та якості особистості, що не заважає їм досягти визнання та здійснити наукові відкриття. В першу чергу, вчений має бути відданим своїй справі, фанатично нею захоплюватися все своє життя і це ніяк не залежить від того експериментатор він чи теоретик.

Англійський хімік – **експериментатор** лорд Гемфрі Деві дотримувався думки – «Живи в небезпеці!». Вчений позбувся ока під час електролізу розплаву поташу, відкривши металічний калій; ледь не загинув при

випробуванні синтезованої ним разом з М. Фарадеєм речовини  $\text{NCl}_3$  (зараз має назву «рідина Фарадея»), також ледь не позбувся життя під час спроби одержати вільний фтор. Г. Деві синтезував веселящий газ – речовину, що володіє наркотичними властивостями та є отруйною, яку разом із друзями та колегами вдихав у великій кількості. Протягом всього життя він не шкодував себе заради науки.

Прикладом вченого – **теоретика** був нобелівський лауреат Вольфганг Паулі. Його патологічне невміння користуватись будь – якими експериментальними установками була у всіх на слуху та стала серед його друзів приказкою. Стверджували, що В. Паулі достатньо просто увійти в лабораторію, щоб в ній щось переставало працювати. Це містичне явище сучасники вченого жартівливо охрестили як «ефект Паулі». З документально зареєстрованих проявів «ефекту Паулі» самим неймовірним був справжній вибух, який зруйнував дуже дорогу установку в лабораторії Джеймса Франка в Гьотінгемі. Як потім виявилось, вибух виник якраз в той момент, коли потяг, що рухався із Цюриху в Копенгаген, зупинився на 8 хвилин в Гьотінгемі, - а в цьому потязі якраз і перебував В. Паулі [1].

Німецький хімік Ернест Отто Бекман, який працював у галузі органічного синтезу, був невгамовним науковцем та дуже комунікабельною людиною. Він намагався на лекціях передати студентам максимальну кількість знань, був одержимий хімічною наукою і прагнув зацікавити нею всіх без виключення студентів. Він безкорисливо та самовіддано на перервах між парами відповідав на запитання студентів, повторював досліди, демонстрував прилади та установки, намагався донести до них наукові хімічні знання. І навіть після закінчення лекції, коли студенти поспішали обідати, Е. Бекман з приладом у руках поспішав за ними і продовжував пояснення, супроводжуючи своїх учнів на вулицю [2].

Англійський лорд Генрі Кавендіш, який відкрив водень та синтезував і детально дослідив велику кількість хімічних речовин, був дуже сором'язливою, **неговіркою** і боязкою людиною. Він наказував прислузі свого маєтку

спілкуватися з ним тільки записками і користуватися запасними сходами, щоб не зустрітися із господарем маєтку. Кожного четверга Г. Кавендіш ввечері прогулювався навколо озера в парку біля свого будинку. Але одного разу під час прогулянки вчений зустрів пані, яка забажала з ним познайомитися. Після цього випадку Г. Кавендіш більше ніколи не прогулювався в цьому парку. Після смерті вченого залишився мільйон фунтів стерлінгів у банку і двадцять пачок рукописів з описами проведених їм унікальних досліджень, які при житті він не наважився опублікувати [2].

Видатний фізхімік Джозайя Вілард Гіббс, був дуже небагатослівною людиною і зазвичай мовчав на засіданнях вченої ради університету, в якому викладав. Проте на одному із засідань, коли вирішувалось питання щодо розподілу навчальних годин між математикою та мовою, Д. Гіббс не витримав і сказав: «Математика – це мова!». Мабуть, це єдиний вислів видатного вченого за його членства у вченій раді університету [2].

Існує вислів, що скромність – це сестра таланту. Коли Роберт Бунзен – винахідник пальника та спектрального аналізу, читав лекції про досягнення науки, творцем котрих був сам, він ніколи не називав себе їх автором, а казав: «знайдено», «показано», «виявлено» тощо. Від будував свої лекції таким чином, щоб про власні результати доводилося згадувати лише наприкінці. І як тільки студенти починали аплодувати, вчений швидко залишав аудиторію [2].

Відомий німецький хімік Юстіус Лібіх мав достатньо складний та запальний характер, однією з рис якого була пихатість. Одного разу вченому прислали для досліджень невідому червоно – буру рідину, Ю. Лібіх, будучи впевненим у своїй правоті назвав її сумішшю хлору та йоду. Проте коли через декілька місяців він дізнався про відкриття студентом – аптекарем Баларом нового хімічного елемента – броду, який мав ті ж самі властивості, що й рідина, яку йому нещодавно надіслали для досліджень, Ю. Лібіх виразився достатньо різко з цього приводу: «Не Балар відкрив брод, а брод відкрив Балара».

Отже, як бачимо не важливо якими рисами характеру володіє людина, всі люди індивідуальні, мають різноманітні якості особистості але це не заважає їм

досягти визнання, стати справжнім науковцем. Потрібно пам'ятати, справжній вчений повинен любити науку та наукові дослідження, генерувати нові ідеї, бути терплячим, аналізувати факти, бути готовим до невдач, ставити перед собою цілі, співпрацювати з іншими вченими.

Слід розуміти, що робота науковця складний багаторічний шлях в результаті котрого не завжди є досягнення. За висловленням С.В. Лебедева «Таке життя хіміка: за кожним словом – роки праці. Але в цьому наша сила».

1. Физики продолжают шутить. М.: Мир. – 1968.
2. *Юрій Ластухін*. Хіміки жартують. – Львів: Центр Європи. – 2002.
3. *Петрушенко В.І.* Філософія: Навчальний посібник. – Львів. – 2006.- 243 с.
4. *Матюша І. К.* Особистість і колектив як цілісна гармонійна система (психолого-педагогічний аспект): Навчально-методичний посібник. – К. – 1997. –186 с.

## **З ДОСВІДУ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕТОДИЧНОЇ, НАВЧАЛЬНО - ВИХОВНОЇ РОБОТИ ЦИКЛОВОЇ КОМІСІЇ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

Шляніна А.В.

КВНЗ «Житомирський базовий фармацевтичний коледж

ім. Г.С. Протасевича», [alla-shlyanina@rambler.ru](mailto:alla-shlyanina@rambler.ru)

Циклова (предметна) комісія – структурний навчально-методичний підрозділ, що проводить виховну, навчальну та методичну роботу з однієї або кількох споріднених навчальних дисциплін (Закон України “Про вищу освіту”).

Зміст роботи циклових комісій визначається з урахуванням загальної методичної проблеми та конкретних завдань, що стоять перед навчальним закладом. Робота циклової комісії є логічним продовженням роботи педагогічної ради і методичної ради навчального закладу і повинна сприяти вдосконаленню змісту навчання, методичної підготовки викладачів, вивченню та поширенню передового педагогічного досвіду, активізації самостійної роботи викладачів щодо підвищення свого професійного рівня.

В коледжі циклова комісія хімічних дисциплін є однією з найбільших, адже хімія займає одне з головних місць у підготовці фахівців медичного профілю. На даний час до її складу входить п'ятнадцять штатних викладачів, десять з яких є випускниками природничого факультету ЖДУ імені Івана Франка. Циклова комісія хімічних дисциплін здійснює навчальний процес зі спеціальностей «Фармація» та «Лабораторна діагностика» з навчальних дисциплін: хімія, неорганічна хімія, органічна хімія, аналітична хімія, техніка лабораторних робіт, фармацевтична хімія, біологічна хімія з біохімічними методами дослідження і реалізує всі напрями роботи циклової комісії.

### **ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОБОТИ ЦИКЛОВОЇ КОМІСІЇ**

- 1. Розподіл навчальної роботи викладачів.*
- 2. Забезпечення виконання навчальних планів і навчальних програм дисциплін.*

*3. Розгляд, обговорення та затвердження навчально-методичної продукції:*

- індивідуальних робочих планів викладачів;
- плану роботи циклової комісії;
- навчальних програм дисциплін;
- робочих програм дисциплін;
- планів роботи навчальних лабораторій хімії, предметних гуртків;
- норм витрат хімічних реактивів, перев'язувального матеріалу;
- методичних матеріалів до лекційних занять;
- методичних розробок до відкритих занять;
- лабораторних журналів;
- матеріалів для проведення: модульних, директорських, комплексних

контрольних робіт, диференційованих заліків, семестрових екзаменів;

- рекомендацій до самостійної роботи студентів;
- тематики пошуково-дослідних робіт студентів;
- графіків проведення викладачами комісії відкритих навчальних занять,

консультацій, проходження курсів підвищення кваліфікації, стажування, атестації та іншої документації, необхідної для виконання навчального процесу.

*4. Розробка та удосконалення навчально-методичних комплексів дисциплін і лабораторій.*

*5. Забезпечення охорони праці.*

*6. Зміцнення матеріально-технічних баз лабораторій хімії.*

*7. Розробка та впровадження у навчальний процес методик та заходів сучасних і інноваційних технологій, спрямованих на забезпечення якісної підготовки фахівців.*

*8. Застосування комп'ютерних технологій у навчальному процесі.*

*9. Розгляд й обговорення підготовлених підручників, навчальних посібників, методичних розробок тощо.*

Викладачами комісії були видані:

\* Підручник «Фармацевтична хімія» (Г.П. Ніжник), видавництво «Медицина», К. 2010 р. (2014 р. – друге видання);

\* «Практикум з аналітичної хімії» (А.В. Шляніна), видавництво «Медицина», К. 2010 р.;

\* Практикум «Неорганічна хімія» (Н.П. Гирина, І.В. Туманова), видавництво «Медицина», К. 2012 р. (2013 р. – друге видання);

\* Навчальний посібник «Органічна хімія» (І.Д. Бойчук, Л.О. Зубрицька), видавництво «Медицина», К. 2012 р. (2013 р. – друге видання).

У 2016 році на замовлення ДУ «ЦМК підготовки молодших спеціалістів МОЗ України» були розроблені практикуми з фармацевтичної хімії (Ніжник Г.П., Муленко С.М., Приступко О.М.), техніки лабораторних робіт (Гирина Н.П., Шляніна А.В., Ковальчук І.С.) та лабораторні журнали з усіх хімічних дисциплін для студентів ВМФНЗ І-ІІ р.а. спеціальності 5.12020101 «Фармація».

*10. Огляд фахових журналів, новинок науково – методичних збірників.*

*11. Написання статей.*

*12. Участь у проведенні регіональних та обласних методичних об'єднань.*

*13. Контроль та аналіз знань студентів, об'єктивного оцінювання знань студентів викладачами.*

*14. Організація самостійної роботи студентів.*

*15. Залучення студентів до наукової діяльності, проведення Тижня науки хімії.*

Традиційним є щорічне проведення Тижня науки хімії, в рамках якого проводяться конкурси, вікторини, конференції та олімпіади з хімії, інтелектуально - розважальні шоу, захист тематичних проектів, експонуються тематичні виставки та творчі роботи викладачів і лаборантів комісії.

*16. Участь у виховній роботі студентів.*

*17. Надання допомоги викладачам-початківцям в оволодінні педагогічною майстерністю.*

*18. Участь в організації підвищення кваліфікації та атестації викладачів.*



*19. Обговорення взаємовідвідування занять викладачами.*

*20. Участь у підготовці та проведенні загальноколеджних заходів.*

*21. Участь у профорієнтаційній роботі.*

*22. Розгляд самозвітів викладачів про виконання індивідуальних планів роботи.*

Кожен вид виконаної методичної роботи за навчальний рік конвертується у самозвітах у певну кількість балів і визначає рейтингову оцінку роботи викладача.

*23. Звіт комісії про виконання навчальної роботи.*

*24. Звіт комісії про виконання запланованої навчально-методичної роботи за навчальний рік.*

*25. Формування особистих якостей.*

Якість навчання тісно пов'язана з особистими рисами викладача, рівнем його загальної культури, які постійно формуються під впливом студентського та педагогічного колективів. Особа викладача, його психологічно - педагогічний рівень, чесність, любов до своєї праці викликають у студентів зустрічні почуття поваги та старання опанувати навчальну дисципліну.

Діяльність циклової комісії хімічних дисциплін забезпечує якість освіти, сприяє впровадженню новітніх педагогічних технологій, створює умови для самоосвіти викладачів, підвищенню їх якісного професійного рівня, вносить вагомий внесок у загальні справи колективу.

Висловлюю подяку колегам кафедри хімії ЖДУ імені Івана Франка за продуктивну співпрацю, узгоджену взаємодію у спільній навчально-методичній роботі.

1. Положення про Циклову методичну комісію Житомирського базового фармацевтичного коледжу ім. Г.М. Протасевича від 29.08.2012 р.

2. Кузьмінський А. І. Педагогічна майстерність викладача вищої школи та її вплив на якість навчання // Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку. – 2010. - № 2.

## АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

1. Авдєєва О.Ю. (Житомирський державний університет) с.104
2. Амрахова І.О. (Житомирський державний університет) с.11
3. Андрійчук О.В. (Житомирський державний університет) с.63
4. Анічкіна О.В. (Житомирський державний університет) с.108, 126, 137
5. Ахранович О.Р. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.86
6. Бондарук О.М. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.67
7. Брикова А.Н. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.97
8. Бурлакова С.В. (Житомирський інститут медсестринства) с.34
9. Василінич Т.М. (Вінницький державний педагогічний університет) с.48, 51
10. Гаголкіна З.О. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.72, 84
11. Гвоздієвський Є.Є. (Житомирський державний університет) с.11, 14, 26, 126
12. Гергало І.Ю. (Житомирський державний університет) с.81
13. Головня Н.Ю. (Житомирський інститут медсестринства) с.34
14. Гончар А.М. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.90
15. Горбик П.П. (Інститут хімії поверхні НАН України) с.9, 17, 22, 26, 32
16. Горбунова Н.О. (Житомирський національний агроекологічний університет) с.113
17. Горощенко А.М. (Житомирська ЗОШ №8) с.117
18. Гуменна М.А. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.95
19. Денисюк Р.О. (Житомирський державний університет) с.11, 14, 24, 26, 38
20. Денисюк Т.М. (Житомирський державний університет) с. 24, 38
21. Євдоченко О.С. (Житомирський державний університет) с.120
22. Заблоцька І.М. (Житомирський інститут медсестринства) с.123

23. Заблоцька О.С. (Житомирський національний агроекологічний університет) с.41
24. Завязун А.М. (Житомирський державний університет) с.28
25. Іванченко Н.О. (Житомирський державний університет) с.74
26. Існюк Т.В. (Житомирський інститут медсестринства) с.54
27. Камінський О.М. (Житомирський державний університет) с.17, 28, 126, 137
28. Карабанова Л.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.67
29. Киричук М.Ю. (Житомирський державний університет) с.22
30. Кичкирук О.Ю. (Житомирський державний університет) с.46
31. Клепко В.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.72, 84
32. Коваль Н.О. (Вінницький державний педагогічний університет) с.48
33. Кондратенко О.У. (Житомирський державний університет) с.102
34. Кравець Т.М. (Житомирський державний університет) с.46
35. Кусяк А.П. (Житомирський державний університет) с.9, 22, 32
36. Кусяк В.А. (Житомирський державний університет) с.9
37. Кусяк Н.В. (Житомирський державний університет) с. 17, 22, 28
38. Лисенков Є.А. (Миколаївський національний університет) с.84
39. Листван В.В. (Житомирський державний університет) с. 63, 74, 77, 81
40. Листван В.М. (Житомирський державний університет) с. 74, 77, 102
41. Листван К.В. (Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України) с. 63, 74, 81
42. Литвяков В.І. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.90
43. Лобко Є.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.72, 84
44. Максимчук С.В. (Національний університет “Києво-могилянська академія”) с.84

45. Марковська Л.А. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.86
46. Матвієнко О.В. (Житомирський державний університет) с.78
47. Мельничук О.Г. (Житомирський державний університет) с.24
48. Неділько С.А. (Київський національний університет ім.Т.Шевченка) с.4
49. Онофрійчук Н.В. (Вінницький державний педагогічний університет) с.51
50. Опанащук Н.М. (Житомирський національний агроекологічний університет)  
с.41
51. Орашкевич Т.О. (Житомирський державний університет) с.26
52. Осовська А.В. (НВК "Школа-гімназія-ліцей" №10 м. Бердичева) с.129
53. Остропілець Б.І. (Житомирський державний університет) с.28
54. Пархоменко Н.І. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.90
55. Петрановська А.Л. (Інститут хімії поверхні НАН України) с.17
56. Писаренко С.В. (Житомирський державний університет) с.133
57. Подзюбанчук І.О. (Житомирський державний університет) с.9
58. Полубінський В.В. (Київський національний університет ім.Т.Шевченка) с.4
59. Поташова І.М. (Житомирський інститут медсестринства) с.34
60. Робота Л.П. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.90
61. Савельєв Ю.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.86, 90, 97
62. Савельєва О.О. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.86
63. Скиба Г.В. (Житомирський державний технологічний університет) с.59
64. Собко О.О. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України) с.95
65. Стрюцький О.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.95
66. Тітов Ю.О. (Київський національний університет ім.Т.Шевченка) с.4
67. Томашик В.М. (Інститут фізики напівпровідників НАН України) с. 11, 14,  
24, 26, 38

68. Томашик З.Ф. (Інститут фізики напівпровідників НАН України) с.14
69. Травінська Т.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.97
70. Туранська С.П. (Інститут хімії поверхні НАН України) с.17
71. Федорчук О.М. (Житомирський інститут медсестринства) с.54
72. Фоменко А.О. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України)  
с.95
73. Хандрика Н.П. (Житомирський державний університет) с. 32, 137
74. Чайка М.В. (Житомирський державний університет) с. 11, 14, 26
75. Чорний В.П. (Київський національний університет ім.Т.Шевченка) с.4
76. Чумак В.В. (Житомирський державний університет) с.4
77. Шипило А.С. (Житомирський державний університет) с.38
78. Шляніна А.В. (Житомирський базовий фармацевтичний коледж) с.142
79. Шнайдер Д.О. (Житомирський державний університет) с.102
80. Шомко О.М. (Житомирський державний технологічний університет) с.59
81. Щербатський В.П. (Київський національний університет ім.Т.Шевченка) с.4
82. Яковлев Ю.В. (Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН  
України)с.95
83. Янович І.В. (Житомирський державний університет) с.32

## ЗМІСТ

1. *Dr.Sc. Titov Y., Dr.Sc. Nedilko S., Chornii V., Cand.Sc. Scherbatskii V., Cand.Sc. Chumak V., Cand.Sc. Polybinskii V.* LUMINESCENT SPECTROSCOPY OF  $\text{Sr}_3\text{LnB}^{\text{III}}\text{SnO}_8$  ( $\text{B}^{\text{III}} = \text{Sc, In}$ ).....4
2. *Kusyak V.A., Podzubanchyk I.O., Gorbyk P.P., Kusyak A.P.* APPLYING MAGNETOSENSITIVE NANOCOMPOSITES FOR REMOVING OF  $\text{Hg}^{2+}$  FROM AQUEOUS SOLUTIONS..... 9
3. *Амрахова І.О., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Гвоздієвський Є.Є., Чайка М.В.* КОМПЕНСАЦІЙНИЙ ЕФЕКТ В КІНЕТИЦІ ХІМІЧНОГО ТРАВЛЕННЯ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$ ..... 11
4. *Гвоздієвський Є.Є., Денисюк Р.О., Чайка М.В., Томашик В.М., Томашик З.Ф.* ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ  $\text{Cd}_{0,2}\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$  З ЙОДОВИДІЛЯЮЧИМИ ТРАВНИКАМИ СИСТЕМИ  $\text{HNO}_3$  –  $\text{HI}$  – органічна кислота.....14
5. *Камінський О.М., Кусяк Н.В., Петрановська А.Л., Туранська С.П., Горбик П.П.* ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ МАКСИМАЛЬНОГО ВИЛУЧЕННЯ ЙОНІВ  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ВІД  $\text{pH}$  СЕРЕДОВИЩА МАГНІТОЧУТЛИВИМИ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВІ МАГНЕТИТУ.....17
6. *Киричук М. Ю., Кусяк А. П., Кусяк Н.В., Горбик П.П.* СЕЛЕКТИВНЕ ВИЛУЧЕННЯ КАТІОНІВ  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕЮ КОМПОЗИТУ  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ ..... 22
7. *Мельничук О.Г., Денисюк Р.О., Денисюк Т.М., Томашик В.М.* ВЗАЄМОДІЯ  $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$  З РОЗЧИНАМИ СИСТЕМИ  $\text{HNO}_3$  –  $\text{KI}$  – ДМФА..... 24
8. *Орашкевич Т.О., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Гвоздієвський Є.Є., Чайка М.В.* ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ РОЗЧИНЕННІ

НАПІВПРОВІДНИКІВ НА ОСНОВІ CdTe В HNO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> – ОРГАНІЧНИЙ РОЗЧИННИК.....	26
9. <i>Остропілець Б.І., Завязун А.М, Кусяк Н.В., Камінський О.М.</i> ВИЛУЧЕННЯ КАТІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОВЕРХНЕЮ ОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ.....	28
10. <i>Хандрика Н.П., Кусяк А. П., Янович І.В., Горбик П.П.</i> АДСОРБЦІЙНА АКТИВНІСТЬ НАНОРОЗМІРНОГО Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ЩОДО ДЕЯКИХ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК La <sup>3+</sup> та Y <sup>3+</sup> .....	32
11. <i>Поташова І.М., Бурлакова С.В., Головня Н.Ю.</i> РОЛЬ ХІМІЇ В РОЗВИТКУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ОРТОПЕДИЧНОЇ СТОМАТОЛОГІЇ.....	34
12. <i>Шипило А.С., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Денисюк Т.М.</i> РОЗЧИНЕННЯ Cd <sub>0,2</sub> Hg <sub>0,8</sub> Te ТРАВНИКАМИ СИСТЕМИ NaNO <sub>2</sub> – H <sub>2</sub> – ЛАКТАТНА КИСЛОТА .....	38
13. <i>Заблоцька О.С., Опанащук Н.М.</i> ВПЛИВ ЙОНІВ Ni <sup>2+</sup> НА ПРОРОСТКИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ВОДНОЇ КУЛЬТУРИ.....	41
14. <i>Кичкирук О.Ю., Кравець Т.М.</i> АДСОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОПОЛІМЕРУ, ОТРИМАНОВОГО СПОСОБОМ ГЕТЕРОФАЗНОЇ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ N-АМІНОСТИРОЛУ ТА МЕТАКРИЛОВОЇ КИСЛОТИ ЩОДО ДЕЯКИХ КАТІОНІВ МЕТАЛІВ.....	46
15. <i>Коваль Н.О., Василінич Т.М.</i> ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД НАФТИ І НАФТОПРОДУКТІВ ПРИРОДНИМИ АДСОРБЕНТАМИ.....	48
16. <i>Онофрійчук Н.В., Василінич Т.М.</i> АДСОРБЦІЙНИЙ МЕТОД ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ХРОМУ .....	51
17. <i>Федорчук О., Існюк Т.В.</i> ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК НАСЛІДОК ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН.....	54

18. *Шомко О.М., Скиба Г.В.* ФОСФАТ-ІОНИ У НАВКОЛИШНЬОМУ  
СЕРЕДОВИЩІ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....59
19. *Андрійчук О.В., Листван К.В., Листван В.В.* СИНТЕЗ ТА  
АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ НОВИХ ПОХІДНИХ 1,3-  
ІНДАНДІОНУ.....63
20. *Бондарук О.М., Карабанова Л. В.* БІОСУМІСНІ НАНОКОМПОЗИТИ  
НА ОСНОВІ ВПС І НАНОНАПОВНЮВАЧІВ З ПОВЕРХНЯМИ,  
МОДИФІКОВАНИМИ БАС: ТЕРМОДИНАМІКА ВЗАЄМОДІЇ  
ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ З НАПОВНЮВАЧАМИ.....67
21. *Гаголкіна З.О., Лобко Є.В., Клепко В.В.* ВПЛИВ ВУГЛЕЦЕВИХ  
НАНОТРУБОК НА ТЕМПЕРАТУРУ СКЛУВАННЯ ТА МОЛЕКУЛЯРНУ  
МАСУ МІЖ ВУЗЛАМИ ЗШИВКИ СІТЧАСТИХ ПОЛІУРЕТАНІВ.....72
22. *Іванченко Н.О., Листван В.В., Матвієнко О.В., Листван В.М., Листван К.В.*  
СИНТЕЗ НОВИХ НЕНАСИЧЕНИХ КЕТОНІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ  
АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ.....74
23. *Листван В.М., Гергалю І.Ю., Листван В.В.* ТЕРПЕНИ І ТЕРПЕНОЇДИ.  
БОРНЕОЛ ТА ЙОГО ЕСТЕРИ.....77
24. *Листван К.В., Листван В.В.* DPPH-ТЕСТ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД  
ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ.....81
25. *Максимчук С.В., Лобко Є.В., Лисенков Е.А., Гаголкіна З.О., Клепко В.В.*  
ВПЛИВ ЛАПОНІТУ НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ КОМПОЗИТІВ НА  
ОСНОВІ СІТЧАСТОГО ПОЛІУРЕТАНУ ТА ВУГЛЕЦЕВИХ  
НАНОТРУБОК.....84
26. *Марковська Л.А., Ахранович О.Р., Савельєва О.О., Савельєв Ю.В.* НОВІ  
ЛІНІЙНІ ПОЛІУРЕТАНИ НА ОСНОВІ ПРИРОДНО-  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ.....86



27. *Робота Л.П., Пархоменко Н.И., Гончар А.Н., Литвяков В.И., Савельев Ю.В.*  
СВОЙСТВА И СТРУКТУРА МОНТМОРИЛЛОНИТСОДЕРЖАЩИХ  
КОМПОЗИТОВ.....90
28. *Собко О.О., Стрюцкий О.В., Гуменна М.А., Яковлев Ю.В., Фоменко А.О.*  
КАРБОКСИЛАТНІ ПРОТОННІ ОЛІГОМЕРНІ ГІПЕРРОЗГАЛУЖЕНІ  
ЙОННІ РІДИНИ ДЛЯ ЙОНПРОВІДНИХ СЕРЕДОВИЩ.....95
29. *Травинская Т. В., Брыкова А.Н., Савельев Ю. В.* ПОЛУЧЕНИЕ И  
СВОЙСТВА ИОНОМЕРНЫХ КСАНТАНСОДЕРЖАЩИХ  
ПОЛИУРЕТАНОВ.....97
30. *Шнайдер Д.О., Кондратенко О.У., Листван В.М.* ВПЛИВ  
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ГРУП НА ПЕРЕБІГ РЕАКЦІЙ  
КОНДЕНСАЦІЇ.....102
31. *Авдєєва О.Ю.* ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ДО  
ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ ЗІ  
ШКОЛЯРАМИ .....104
32. *Анічкіна О.В.* ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З  
ХІМІЇ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ.....108
33. *Горбунова Н. О.* ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦКУРСІВ ХІМІЧНОГО  
СПРЯМУВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ  
ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-  
ЕКОЛОГІВ.....113
34. *Горощенко А.М.* ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ  
НА УРОКАХ ХІМІЇ ЧЕРЕЗ БЛОЧНЕ ВИКЛАДАННЯ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....117
35. *Євдоченко О.С.* ДО ПРОБЛЕМИ ПОЛІПШЕННЯ ПІДГОТОВКИ  
МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ХІМІЇ.....120

36. <i>Заблоцька І.М.</i> ПРЕДМЕТНІ КОМПЕТЕНЦІЇ З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ.....	123
37. <i>Камінський О.М., Гвоздієвський Є.Є., Анічкіна О.В.</i> Г.Н. ЛЬЮЇС – ТВОРЕЦЬ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕОРІЇ ХІМІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ.....	126
38. <i>Осовська А.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОЕКТІВ НА ЗАНЯТТЯХ З ХІМІЇ НЕОБХІДНА УМОВА ФОРМУВАННЯ ЖИТТЄВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ 7-х КЛАСІВ.....	129
39. <i>Писаренко С.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ ДИДАКТИЧНИХ ІГОР В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ХІМІЇ.....	133
40. <i>Хандрика Н.П., Камінський О.М., Анічкіна О.В.</i> ХТО МОЖЕ ЗРОБИТИ НАУКОВЕ ВІДКРИТТЯ: РИСИ ОСОБИСТОСТІ ВЧЕНОГО – ХІМІКА ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	137
41. <i>Шляніна А.В.</i> З ДОСВІДУ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕТОДИЧНОЇ, НАВЧАЛЬНО - ВИХОВНОЇ РОБОТИ ЦИКЛОВОЇ КОМІСІЇ ХІМІЧНИХ ДИСЦИПЛІН.....	142
АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК.....	146

**V Регіональна науково-практична  
конференція  
„Житомирські хімічні читання 2016”  
(18 травня 2016 року)**

**Тези доповідей**

*За зміст тез відповідальність несуть автори*

Надруковано у Видавничо-поліграфічному центрі Житомирського  
державного університету ім. І.Франка

вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008